00034237

THE

ASIATIC SOCIETY OF BOMBAY

Town Hall, Bombay.

Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 20 February, 2016

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE

PALÉONTOLOGIE

ET

DE GÉOLOGIE

STRATIGRAPHIQUES

PAR

M. ALCIDE D'ORBIGNY

Docteur ès sciences, Professeur suppléant de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris,

Chevalier de l'ordre national de la Légion d'honneur, de l'ordre de saint Wladimir de Russie, de l'ordre de la Couronne de fer d'Autriche, officier de la Légion d'honneur Bolivienne; membre des Sociétés philomatique, de géologie, de géographie et d'ethnologie de Paris, membre honoraire de la Société géologique de Londres; membre des Académies et sociétés savantes de Turin, de Madrid, de Moscou, de Philadelphie, de Ratisbonne, de Montevideo de Bordeaux, de Normandie, de la Rochelle, de Saintes, de Blois, de l'Yonne, etc.

Vignettes gravées en relief et sur cuivre,

PAR M. E. SALLE.

34237

al

LIBRARY OF THE BOMBAY BRANCH OF THE ROYAL ASIATIC SOCIETY

Vol I

PREMIER VOLUME.

VICTOR MASSON,

Place de l'École de Médecine, 17. — Paris.

1849

Fr 560.11
Oct. 1 ou
34237

00034237

INTRODUCTION.

Née sur le sol de la France, la *Paléontologie* doit une célébrité méritée aux savantes recherches des Cuvier et des Brongniart. Dès que leurs travaux parurent, cessant d'être de simples objets de curiosité, les restes d'animaux fossiles enfouis dans les couches terrestres devinrent les *médailles de l'histoire de notre planète.* La comparaison rigoureuse que fit Georges Cuvier des animaux vertébrés fossiles avec les animaux actuellement existants, vint en effet jeter un jour tout nouveau sur les dernières phases de l'animalisation du globe. En ouvrant un champ sans limites à l'observation, cet important résultat fit entrevoir où pourrait conduire l'étude positive de l'ensemble des êtres répartis en si grand nombre dans les étages qui se sont succédé à toutes les époques géologiques.

Les nombreux travaux paléontologiques qui suivirent, ont sans doute leur utilité, mais rédigés par des hommes qui n'avaient pas toujours des connaissances zoologiques et géologiques assez positives, ils présentent souvent des erreurs et les opinions les plus contradictoires. Signalées avec juste raison par quelques géologues, ces contradictions nous ont engagé à publier, sous le titre de *Paléontologie française*, la série des faits bien constatés que nous ont permis de ras-

* Nous nous sommes adjoint, comme collaborateur, M. Hugard, vice-secrétaire de la Société Géologique de France, à qui sont familières les études zoologiques, géologiques et minéralogiques.

M. Hugard a rassemblé pour nous les matériaux concernant les animaux vertébrés et annelés ; il nous a également fourni des notes sur les questions minéralogiques et chimiques des généralités préliminaires.

Qu'il nous soit permis de lui en témoigner ici toute notre reconnaissance.

sembler des études géologiques soutenues pendant un grand nombre d'années.

En commençant cette publication, nous disions, dès 1840 (*Terrains crétacés*, t. I, p. 18), qu'après avoir publié les faunes fossiles propres au sol de la France, nous terminerions nos recherches par un travail d'ensemble, résumé zoologique et géologique des faits nombreux consignés dans cet ouvrage. Nous avions, dès cette époque, l'intention de publier, comme résultat de nos observations, un traité de *Paléontologie générale appliquée à la géologie*. Si nous pouvions croire alors cette époque assez rapprochée, nous avons dû nous détromper, en enregistrant successivement les découvertes multipliées dont une heureuse impulsion enrichissait chaque jour le domaine de la science paléontologique. Le nombre des espèces fossiles s'étant en effet augmenté dans une progression très-rapide, au fur et à mesure de nos publications, nous avons vu se sextupler le nombre de nos matériaux, et notre but s'éloigner de plus en plus. D'un autre côté, les vastes travaux qui nous étaient imposés en dehors des études de notre choix (notre *Voyage dans l'Amérique méridionale*), absorbant une grande partie de nos loisirs, nous voulions attendre encore, mais plusieurs auteurs nous ayant devancé, en faisant paraître des ouvrages de Paléontologie où nos travaux se trouvent analysés, on concevra que nous ne puissions plus longtemps garder le silence, et qu'il nous devienne surtout indispensable de publier *nous-même* le résumé de nos observations.

Si pourtant ces traités de Paléontologie nous avaient paru complets, nous n'aurions pas eu la pensée d'en donner un de plus ; mais, d'après l'idée que nous nous sommes formée de cette science, nous croyons qu'ils n'atteignent nullement leur but. La Paléontologie, dans l'état actuel des connaissances humaines, est encore à son berceau, et pour la conduire aux résultats qui lui sont promis, il faut l'asseoir sur des bases nouvelles solidement établies. Elle ne saurait se traiter dans le cabinet, en compulsant des ouvrages et en groupant les éléments les plus hétérogènes, dont l'agrégation ne produira jamais que des erreurs. On ne peut la mettre en pratique d'une manière utile et réellement élémentaire que sur le terrain, en étudiant scrupuleusement, dans le grand livre de la nature, les plus petits détails de composition des couches terrestres, et la manière d'être des fossiles dans ces couches. C'est ainsi que nous l'avons étudiée et que nous poursuivons incessamment nos recherches ; car nous le répétons, la Paléontologie

est une science neuve, dont il convient préalablement de faire connaître la haute portée. Nous croyons donc, qu'un traité élémentaire de Paléontologie, conçu dans ce sens, contenant, pour la première fois, l'ensemble des faits bien constatés qui lui servent de base, et la curieuse succession des êtres à la surface du globe, est, sans contredit, un des besoins les plus impérieux du moment, dans la marche progressive des travaux scientifiques.

La Paléontologie, d'après ce principe, ne se borne pas, comme on le croit généralement, à donner, d'après une classification méthodique, une simple nomenclature de zoologie fossile. Elle ne consiste pas, non plus, à présenter une suite d'espèces dans un ordre zoologique ou géologique quelconque. A cette science très-complexe, se rattachent, en effet, les plus hautes questions relatives au passé comme au présent de l'animalisation terrestre.

Pour s'occuper fructueusement de Paléontologie, il ne suffit pas d'être zoologiste. Bien que la zoologie et l'anatomie comparée soient la base de tout travail, et que, sans ces premiers éléments, il n'y ait pas de Paléontologie possible, la zoologie seule n'est pas suffisante. Elle constate et discute les rapports ou les différences qui existent entre les animaux vivants et les animaux fossiles, mais sans apprécier les conditions d'âge géologique où se trouvent ces animaux, et les hautes conséquences qu'on peut en déduire.

Pour s'occuper de Paléontologie, il ne suffit pas non plus d'être géologue. Connût-on parfaitement la position respective des couches qui renferment des animaux fossiles, eût-on étudié leur âge relatif et même quelques-unes des conditions d'existence des êtres, lorsqu'il s'agira de la détermination très-positive des espèces, base de toutes les considérations générales et spéciales, on n'en commettra pas moins de graves et nombreuses erreurs, et cela sans même s'en douter le moins du monde. On séparera, par exemple, de simples variétés ou même des monstruosités qu'on érigera en espèces, ou bien, ne pouvant pas toujours apprécier des caractères peu visibles, on réunira, sous le même nom, les espèces les plus distinctes. Il s'ensuivra un chaos inextricable très-propre à jeter des doutes sur les résultats paléontologiques.

Qu'il nous soit permis de le dire ici en passant : toutes les divergences d'opinion, toutes les contradictions qu'amène la comparaison des différents ouvrages de Paléontologie, tiennent positivement à deux grandes causes d'erreurs. Elles proviennent souvent de fausses in-

dications géologiques données par des zoologistes, mais plus souvent encore, de fausses déterminations d'espèces faites par ces auteurs peu versés dans la zoologie. Nous insisterons beaucoup sur ce point, la clef et la véritable explication de ces contradictions qui n'existent que dans les livres, et pas du tout dans la nature. Jamais légitimement une personne étrangère aux sciences mathématiques n'aura, par exemple, la prétention de publier des observations astronomiques, pas plus qu'une personne étrangère à la chimie n'osera publier des travaux de minéralogie ; car il est reconnu que, sans la connaissance approfondie de ces sciences élémentaires, ces personnes commettraient les plus graves erreurs. Il est certain que les mathématiques sont à l'astronome, la chimie au minéralogiste, dans les mêmes conditions que la zoologie par rapport au paléontologiste. Sans des études premières très-sérieuses, sans ces éléments de vérité, le paléontologiste marchera fréquemment dans une fausse voie, et quelle que puisse être d'ailleurs sa sagacité, il ne manquera pas de se tromper souvent et d'émettre des principes en opposition complète avec les faits. Si nous supposons que des hommes d'une très-haute portée puissent se laisser quelquefois entraîner dans une fausse direction, que n'arrivera-t-il pas, lorsque la Paléontologie tombera entre des mains moins habiles, ou lorsqu'elle sera à la disposition de ces hommes passionnés qui, pour établir et défendre des idées préconçues, voudront couper, trancher parmi les espèces fossiles, de la manière la plus arbitraire, sans se préoccuper des rapprochements les plus étranges et des contre-sens zoologiques et géologiques les plus positifs, qu'ils seront exposés à faire à chaque pas?

Une fâcheuse école a, dans ce moment, pour système arrêté de réunir les êtres fossiles, dès que leurs formes extérieures les rapprochent quelque peu les uns des autres, et cela, sans songer que les caractères les mieux tranchés ont pu lui échapper. Il résulte de ce faux principe qu'on assemble les êtres les plus disparates, et qui ont vécu à des époques géologiques bien distinctes. De cette alliance monstrueuse naissent deux graves erreurs. L'une, géologique, réunit des êtres que la nature avait séparés, efface arbitrairement les caractères distinctifs des étages et replonge ainsi dans un véritable chaos l'étude des couches qui composent l'écorce terrestre; l'autre, zoologique, tient, comme nous l'avons dit, au manque de connaissances premières en zoologie, et tend à nous faire d'un seul coup rétrograder d'un siècle, en nous ramenant à l'enfance de la science.

A l'instant où le génie d'un grand homme le portait à séparer, pour la première fois, l'ensemble des êtres, afin d'en former des groupes génériques, on conçoit qu'il dut quelquefois se tromper, et prendre un genre pour une espèce, comme on le voit, par exemple, pour le *sepia octopodia* de Linné, qui renfermait toutes les espèces du genre *octopus ;* pour le *spondylus gederopus* où étaient confondues presque toutes les espèces de *spondylus*, etc., etc. Ces erreurs, quelque regrettables qu'elles soient, s'expliquent par l'époque où elles ont été commises ; mais y retomber en 1847, c'est annihiler les longues études de tant d'hommes justement illustres, c'est annuler leurs savantes découvertes zoologiques et anatomiques.

Nous sommes entré dans ces détails pour répondre publiquement à ces insinuations si souvent reproduites par quelques auteurs, que les zoologistes *multiplient trop les espèces*, afin de faire connaître de quels principes elles émanent et l'importance qu'on y doit mettre. La division naturelle des espèces, basée sur des études prolongées, sur l'examen minutieux de nombreux échantillons de tous les âges, recueillis dans les meilleures conditions géologiques, est d'accord en tout point avec les règles zoologiques les plus sévères, et conduit aux résultats géologiques les plus positifs d'application, à la reconnaissance de l'âge des étages. Le système contraire de réunion arbitraire fausse les notions de zoologie les plus élémentaires, en réunissant des êtres qui diffèrent spécifiquement les uns des autres, et qui souvent ont vécu à des époques géologiques bien distinctes. Par cet exposé rapide, on concevra que la première des méthodes est en rapport direct avec la zoologie et la géologie ; qu'elle tend à simplifier l'étude et à la ramener à des règles positives d'application, tandis que la seconde, tout en faussant les faits relatifs à ces deux sciences, en retarde gratuitement les progrès.

§ 1. Définition de la Paléontologie. — La Paléontologie, comme nous la comprenons, ne se borne pas à décrire isolément les animaux fossiles, dans un ordre zoologique ou géologique ; elle embrasse toutes les questions relatives à ces deux sciences, qui se rattachent directement ou indirectement aux êtres enfouis dans les couches terrestres. Elle embrasse l'ensemble des éléments de zoologie spéciale et raisonnée, de manière à donner les moyens de reconnaître les caractères d'un être à l'état normal. Elle indique par la comparaison avec les êtres vivants toutes les causes d'erreurs, afin qu'on ne confonde pas les véritables espèces avec les diverses phases de l'accroissement individuel, avec les

changements déterminés par les sexes, par les milieux d'habitations, ou même avec de simples cas pathologiques. Elle pose les différentes limites qui doivent être adoptées dans la détermination spécifique, suivant la série animale dont elle s'occupe, en démontrant, par exemple, que ces limites sont d'autant plus restreintes que l'animal est plus parfait, qu'il jouit de plus de liberté dans son existence, et, au contraire, d'autant plus larges que l'être est moins libre dans ses mouvements et qu'il est plus sédentaire.

Il faut rattacher à la *Paléontologie* toutes les questions de zoologie générale, afin d'arriver, par la connaissance des faits actuels, bien constatés, à reconnaître ce qui s'est passé aux différentes époques géologiques. Elle doit s'occuper de la répartition géographique des êtres terrestres, suivant la circonscription des continents, suivant les limites de latitude, la configuration orographique et les éléments d'existence. Les animaux marins, qui ont joué un bien plus grand rôle aux époques passées, doivent être étudiés avec plus de soin. C'est, en effet, d'après leur répartition sur les côtes, au sein des mers, d'après leurs limites d'habitation en latitude, d'après les lois qui président à leur distribution géographique, eu égard aux courants généraux, aux affluents terrestres, d'après leur manière exclusive de vivre sur les côtes rocailleuses, sur les baies de sable, sur la vase, dans les eaux douces, saumâtres ou salées, à diverses profondeurs sur les côtes, ou enfin seulement au milieu des océans, qu'on pourra, par des comparaisons scrupuleuses, dire avec quelque certitude quelles ont été les circonstances d'existence des êtres éteints, suivant les lieux où ils se trouvent aujourd'hui.

Une partie très-importante des causes actuelles se rattache encore à la Paléontologie. Si l'on fait intervenir les conditions d'existence, il faut de plus comparer les conditions dans lesquelles les êtres sont détruits, naturellement ou par des événements fortuits, comme les inondations pour les espèces terrestres, les coups de vent, les tremblements de terre pour les espèces marines ou fluviales. La manière dont ces êtres se déposent aujourd'hui sur les continents, sur les rivages, au fond des mers, devra jeter un grand jour sur les époques passées. Il en est de même de l'étude des divers modes de décomposition auxquels ces corps, privés de vie, sont soumis suivant leur plus ou moins de densité, par l'action lente des agents atmosphériques, de l'élément aqueux, ou par l'action incessante des courants et des vagues. Il convient enfin de rechercher les conditions les plus favorables dans lesquelles ils peuvent se con-

server pour l'avenir, comme l'ont été ceux que nous trouvons enfouis dans les couches terrestres.

§ 2. But de la Paléontologie. — Si toutes les questions actuelles de zoologie spéciale et générale sont indispensables à la Paléontologie, comme moyens de comparaison, on conçoit qu'il est encore plus nécessaire d'étudier comme faits, sous tous leurs points de vue, les animaux fossiles et les couches qui les renferment. La Paléontologie doit donc s'occuper des couches sédimentaires de l'écorce terrestre, et de tous les faits géologiques qui s'y rattachent. Elle doit étudier ces couches dans leur superposition, dans leur âge relatif, dans leurs circonscriptions géographique et géologique, dans la composition des faunes qu'elles contiennent, de manière à suivre les êtres à travers les différents dépôts et à reconnaître les points où ils cessent d'exister pour être remplacés par d'autres.

A la Paléontologie appartient exclusivement l'étude zoologique des êtres perdus, de leurs limites spécifiques, des changements qu'ils ont pu subir, suivant l'âge, le sexe, les conditions d'existence et les cas pathologiques. Cette science doit aussi envisager, par des comparaisons, tout ce qui concerne les faunes perdues, relativement à leurs limites géologiques et géographiques, aux milieux dans lesquels elles vivaient, aux modes de destruction qu'elles doivent avoir éprouvés, aux moyens de conservation qui ont empêché leur anéantissement; aux lieux où elles se sont déposées, au sein des mers, sur des rivages tranquilles, ou sur des plages battues par la vague. Il lui appartient encore de signaler tous les modes de transformation chimique et minéralogique qu'ont subis les restes de corps organisés dans les couches terrestres. Elle donne les moyens de reconnaître les modifications de formes déterminées par la pression des couches et par les accidents de fossilisation, les déformations de tous genres qu'ont dû subir les êtres, suivant la densité des couches qui les renferment; elle les fait enfin retrouver sur des empreintes complètes ou partielles, d'après des parties plus ou moins considérables des êtres, ou même d'après de simples traces de leur passage.

En résumé, l'application rigoureuse de la zoologie spéciale et générale à la géologie des couches de sédiment qui composent l'écorce terrestre, conduit à reconnaître que ces couches forment des étages distincts, superposés et caractérisés chacun par une faune particulière; que chaque faune a des limites certaines et positives, et que la présence d'un nombre plus ou moins considérable de leurs espèces

respectives et caractéristiques dans ces étages, peut toujours les faire distinguer sous les différentes formes minéralogiques qu'ils offrent maintenant.

En effet, si l'étude seule de la superposition, de la concordance de stratification des étages géologiques, donne souvent d'excellents résultats, lorsque ces étages se suivent sans lacune, elle cesse d'offrir des indications positives lorsqu'il manque des étages intermédiaires et que l'ordre naturel est interrompu, comme on le voit sur une multitude de points de notre globe. Il appartient alors exclusivement à la Paléontologie de décider de leur âge relatif, par la comparaison des faits constatés.

En élargissant ainsi, pour la première fois, le cadre de la Paléontologie, on conçoit qu'il nous eût été difficile de rassembler les documents nécessaires pour le remplir, si nous ne nous y étions préparé de longue main ; mais les études variées auxquelles nous n'avons cessé de nous livrer, dans le grand livre de la nature, depuis plus de vingt-cinq ans, tant en Europe qu'en Amérique, nous ont permis de toucher successivement presque toutes les questions qui s'y rattachent. En rassemblant et en discutant de nouveau les résultats consignés dans nos divers ouvrages de Paléontologie, de géologie et de zoologie, nous n'aurons donc plus, pour atteindre le but que nous nous sommes proposé, qu'à joindre aux travaux de nos devanciers, préalablement discutés, les faits nombreux que nous avons observés sur le sol de la France, que nous prendrons plus particulièrement comme point d'appui de toutes nos conclusions, afin de donner les moyens de vérifier la valeur des observations qui leur servent de base.

Plan de l'ouvrage. Cet ouvrage se compose de quatre parties distinctes. La première, sous le titre d'*Éléments divers*, sera consacrée aux éléments de la science ; aux explications nécessaires pour fixer le sens que nous donnons aux expressions employées en Paléontologie, à la définition des termes généraux relatifs aux corps fossiles, à leur état de conservation, à leur transformation organique, aux substances minérales qui concourent à leur pétrification, et enfin aux divers procédés de fossilisation.

La seconde partie sera consacrée aux *Éléments stratigraphiques*, c'est-à-dire à tout ce qui concerne la formation des couches terrestres et les conditions si variées dans lesquelles les corps organisés s'y sont déposés. Regardant ces notions comme la base des études propres aux couches sédimentaires du globe, nous avons fait de longues recherches sur les

causes actuelles qui seules peuvent expliquer beaucoup des faits passés. Nous nous occuperons donc de la provenance des sédiments, de leur répartition dans les mers, suivant la forme orographique des côtes, la tranquillité ou l'agitation des eaux mues par les marées, les vents et les courants. Nous verrons comment les animaux morts y sont répartis selon leur densité ou leur nature flottante ; quelle est la distribution géographique et isotherme des êtres à l'état de vie, eu égard aux influences de la température, des courants et de la zone de profondeur. Nous ferons les mêmes recherches pour les sédiments terrestres, afin de fixer sur les limites du mélange des animaux terrestres et marins. Nous arriverons ainsi à définir les limites extrêmes des causes actuelles auxquelles on ne peut attribuer le relief des montagnes, ni aucun des grands traits des continents et des mers. Passant aux circonstances géologiques, nous chercherons les causes des perturbations ; les effets de ces mouvements sur les couches sédimentaires en train de se former, sur les couches déjà consolidées qui nous donnent les reliefs du globe, et enfin ce que sont devenus les corps organisés dans ces dernières circonstances. Nous terminerons cette partie par les conclusions relatives à la séparation des étages et des faunes spéciales qu'ils renferment, aux moyens de reconnaître ces instants alternatifs de long repos et de brusque agitation, qui ont déterminé les grandes époques géologiques de la croûte terrestre.

Notre savant ami, M. Milne Edwards, ayant donné, avec autant de clarté que de savoir dans son *Cours de Zoologie*, les éléments de la zoologie générale et spéciale, nous nous bornerons, dans notre troisième partie, consacrée aux *Éléments zoologiques*, à l'examen comparatif des caractères que la fossilisation ne fait pas disparaître et qui sont toujours à la disposition du géologue. Nous donnerons, dans l'ordre zoologique, la série des êtres connus à l'état fossile, en indiquant les caractères propres à chaque genre, l'instant d'apparition des espèces de ce genre, l'époque de leur maximum de développement, et enfin l'instant où, d'après les connaissances actuelles, elles ont cessé d'exister. Nous citerons les espèces les plus caractéristiques de tous les étages qui composent l'écorce de notre globe, en ne nous servant toutefois que des faits les plus certains, et dont nous avons pu vérifier l'exactitude.

La quatrième partie contiendra l'*Application des éléments stratigraphiques et zoologiques*, à la classification des couches sédimentaires du globe et aux grandes questions qui se rattachent directement ou indirectement à l'histoire chronologique des couches sédimentaires, et des corps

organisés qu'elles renferment. Nous suivrons l'ordre de succession des étages géologiques depuis la première animalisation du globe jusqu'à l'époque actuelle. Chacune de ces époques sera discutée : 1° dans sa synonymie ; 2° dans son extension géographique, pour démontrer qu'elle n'est pas un accident local, mais bien une époque générale à la surface de la terre ; 3° dans sa stratification générale et spéciale à la France ; 4° dans sa composition minéralogique comparée ; 5° dans les déductions qu'on peut tirer de la nature première des sédiments dont se composent les couches, afin de reconnaître, par les corps flottants, les points littoraux ; par d'autres caractères, les dépôts sous-marins, côtiers ou pélagiens, formés sous l'influence des courants ou du repos des eaux, de manière à retrouver, pour ainsi dire, les anciennes limites des mers géologiques et les différents genres d'influences locales auxquelles ces mers étaient soumises ; 6° enfin dans ses caractères paléontologiques spéciaux. Nous indiquerons la faune spéciale, les caractères différentiels qui la distinguent des faunes antérieures et postérieures déterminées par les formes animales éteintes et par celles qui se montrent pour la première fois ; les moyens de la distinguer sous toutes ses formes minéralogiques et sous ses différents aspects de dépôts littoraux, côtiers ou pélagiens. Nous terminerons par des conclusions générales relatives à l'ensemble des modifications que présentent les séries animales suivant les grandes coupes géologiques, et aux rapports intimes qui unissent la géologie et la Paléontologie dans l'étude des couches sédimentaires de notre globe.

Paris, ce 1er décembre 1847.

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE PALÉONTOLOGIE STRATIGRAPHIQUE

PREMIÈRE PARTIE.

ÉLÉMENTS DIVERS.

CHAPITRE PREMIER.

DÉFINITION DES TERMES EMPLOYÉS EN PALÉONTOLOGIE.

§ 3. La PALÉONTOLOGIE (de παλαιων οντων λογος), comme nous l'avons définie (§ 1), est la *science des animaux fossiles*. Elle comprend toutes les questions qui se rattachent directement ou indirectement aux couches sédimentaires qui les renferment, aux conditions diverses dans lesquelles ils ont vécu, au mode d'extinction qu'ils ont subi et à leur milieu de conservation dans l'écorce terrestre. Elle fait, disons-nous (§ 2), reconnaître, par la présence d'un nombre plus ou moins grand d'animaux fossiles propres et caractéristiques, l'âge relatif des étages géologiques, quelles que soient d'ailleurs leur composition minéralogique, les lacunes qui peuvent exister dans leur succession régulière, et les dislocations qu'ils ont éprouvées. Les résultats généraux des connaissances paléontologiques actuelles que nous donnons dans la quatrième partie de ce cours, prouvant, du reste, ce que nous venons d'avancer, il nous suffira de fixer la signification du mot *Fossile*, que nous venons d'employer.

§ 4. Les **fossiles**, chez les auteurs anciens, comprenaient toutes les substances minérales utiles extraites de la terre par des fouilles directes. Plus tard, dans les divisions établies par Linné, le nom de *Petrificata* vint, comme division des *Fossilia*, s'appliquer aux corps organisés fossiles. Aujourd'hui la signification du mot fossile est très-variable, suivant les auteurs : ainsi tel géologue, prenant en considération les seuls caractères dérivés de la nature organique du corps enfoui et de son

degré de transformation minérale plus ou moins avancée, ne place au rang des fossiles que ceux de ces corps chez lesquels le changement est complet ; tels autres, plus réservés, se sont contentés, pour condition essentielle de fossilisation, de la transformation partielle de la structure organique, d'un commencement de décomposition ou d'un remplissage imparfait du corps enfoui. Un grand nombre, sans précisément tenir compte des caractères empruntés aux divers changements organiques ou chimiques, font figurer, en première ligne, l'âge présumé du corps organisé enfoui au sein des couches. Ils n'ont vu de véritables fossiles que dans des dépôts relativement très-anciens ; plusieurs même sont allés jusqu'à rechercher exclusivement par delà le déluge des vestiges véritablement fossiles, en rejetant comme tels tous ceux des corps organisés qu'ils rencontraient dans les dépôts modernes, de l'époque actuelle. Pour ces derniers paléontologistes, la nature des couches, leur structure et leur composition minéralogique étant généralement en rapport avec leur âge présumé, les débris organisés qu'ils ont découverts dans les dépôts meubles, les roches clastiques, les grès, les argiles, enfin les terres plus ou moins superficielles et qui caractérisent souvent la désagrégation ou la désunion des parties composantes, ne leur ont pas paru mériter le nom de fossiles. Enfin la plupart des définitions du mot fossile, proposées jusqu'à ce jour, s'appliquent exclusivement aux portions intégrales des corps organisés qu'on rencontre dans les couches ; sans qu'on ait pris garde qu'il est des fossiles qui ne présentent plus de portions organiques en nature dans le sol, mais seulement une image de leur forme. Nous voulons parler des empreintes de pas d'animaux et des traces de sillon laissées sur la vase par les organes de mouvement des animaux nageurs. Ces sortes de représentations ne sont, pour ainsi dire, que des souvenirs, des vestiges physiologiques des mœurs et des habitudes des animaux perdus, qui, conservés dans les couches, attestent tout aussi bien que les débris organiques l'existence d'animaux jadis vivants, et qui nous semblent, à tous égards, mériter le nom de fossiles.

En résumé, les principes sur lesquels on a cru pouvoir fonder les diverses définitions du mot *fossile*, proposées jusqu'à ce jour, sont : leur état organique ou chimique, leur âge, la nature des couches qui les contiennent, enfin la nature même de la représentation organique. Ces principes, vrais lorsqu'ils sont pris dans leur ensemble, lorsqu'on les considère dans leurs rapports respectifs, sont au contraire insuffisants ou incomplets quand on les prend *chacun* en particulier, et peuvent même induire en erreur relativement à la véritable origine des corps organisés qu'on rencontre dans les couches.

§ 5. Plus large dans notre manière de voir, nous donnerons le nom

de *Fossile, à tout corps ou vestige de corps organisé enfoui naturellement dans les couches terrestres et se trouvant aujourd'hui en dehors des conditions normales et actuelles d'existence.* Un fossile n'est pas seulement pour nous le corps organisé, avec son relief, ses contours, sa forme extérieure ; il suffit qu'il nous ait laissé, dans des couches, des traces quelconques, non équivoques, de son existence. Que la structure organique en ait été détruite, la composition altérée, transformée partiellement, changée d'une manière plus complète ; que les éléments premiers en aient disparu totalement, ou aient été conservés ; que la cavité en ait été remplie, la substance propre pénétrée de substances étrangères ; qu'il gise dans une couche formée d'hier, ou bien dans une couche plus ancienne ; que cette couche soit compacte, grenue, terreuse, cristalline, dure, friable ou clastique, peu nous importe..... Tous les corps organisés que nous rencontrons au sein des *couches terrestres,* dans des conditions qui ne sont plus leurs conditions normales d'existence, sont à nos yeux de véritables fossiles. Par exemple, les huîtres (*Ostrea edulis*) et les autres coquilles qui se trouvent dans les buttes de Saint-Michel en l'Herm (Vendée), bien qu'elles aient conservé leurs couleurs et tous leurs caractères organiques, sont fossiles, pour nous, parce qu'elles existent à vingt mètres au-dessus du niveau où elles pourraient vivre dans la mer voisine, et à douze kilomètres de distance des rivages actuels ; elles sont *fossiles*, parce qu'il a fallu un mouvement géologique pour les sortir de leur lieu normal d'existence, et pour les placer où elles sont aujourd'hui.

§ 6. Les fossiles, suivant la série à laquelle ils appartiennent, sont divisés en *fossiles végétaux* et en *fossiles animaux.* Les premiers n'appartiennent pas au domaine de la Paléontologie, et nous nous abstiendrons d'en parler. Quant aux animaux fossiles, ils reçoivent, suivant la classe, l'ordre auquel ils appartiennent, les mêmes dénominations que les animaux vivants, et rentrent dès lors dans la nomenclature zoologique ordinaire. Les animaux vertébrés fossiles, tels que les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons, viennent se classer dans des familles naturelles, de même que les animaux annelés, mollusques et rayonnés, (les crabes, les insectes, les coquilles, les polypiers, etc.). Presque toutes les classes d'animaux vivants ont leurs représentants à l'état fossile.

§ 7. Les fossiles, suivant leur analogie avec les espèces qui vivent actuellement dans les mers ou qui se retrouvent dans des couches distinctes, sont divisés en *fossiles identiques,* en *fossiles analogues* et en *fossiles perdus* ou *détruits.*

§ 8. Les **fossiles identiques** sont, en tout, semblables aux espèces actuellement vivantes, bien qu'ils ne se trouvent plus dans les conditions normales d'existence actuelle. Les huîtres (*Ostrea edulis, fig.* 1), le *Littorina littorea* (*fig.* 2), fossiles des buttes de Saint-Michel en l'Herm, sont

identiques aux huitres comestibles, à la littorine de nos côtes. La Tonne (*Dolium perdix*), fossile dans le calcaire blanc de l'île de Cuba, est identique à la même espèce vivante sur les côtes des Antilles, etc.

Fig. 1. — Ostrea edulis.

Fig. 2. — Littorina littorea.

On a, outre mesure, augmenté le nombre des espèces identiques sur des déterminations faites à la légère. On a trouvé par exemple un grand nombre d'espèces identiques entre les coquilles du calcaire grossier du bassin de Paris et la faune des mers actuelles, tandis que, jusqu'à présent, tous les prétendus identiques que nous avons pu étudier diffèrent spécifiquement de la manière la plus frappante, lorsqu'on veut les comparer avec une critique sévère. Le nombre des espèces identiques entre les espèces vivantes et les espèces fossiles est bien plus restreint qu'on ne l'avait pensé. Elles ne se trouvent guère que dans les étages géologiques les plus rapprochés de nous, dans les couches qui dépendent de l'époque actuelle et qui forment notre *étage contemporain*, comme les buttes à huitres de Saint-Michel en l'Herm.

§ 9. Lorsqu'entre deux étages géologiques distincts et en contact, on rencontre la même espèce, on peut dire aussi qu'elle est identique. L'*Ammonites discus* de l'*étage Bajocien* de Bayeux (Calvados) est l'identique de l'*A. discus*, qu'on rencontre à Ranville (Calvados), dans l'*étage Bathonien*. On trouve des identiques entre les espèces de l'*étage Parisien* inférieur et supérieur, près de Chaumont (Oise) et à Anvers : on en voit encore entre quelques autres étages ; mais les identiques de ce genre sont des exceptions et tiennent, le plus souvent, à des remaniements postérieurs à leur premier dépôt, comme nous aurons occasion de le démontrer plus tard.

§ 10. On dit également *fossiles identiques*, quand on compare des couches géologiques du même âge, mais géographiquement très-éloignées les unes des autres. L'étage dévonien de l'Amérique du Nord renferme des espèces identiques au même étage en Europe (*Spirigerina reticularis, fig.* 3) ; l'étage néocomien de Colombie renferme des espèces identiques avec l'étage néocomien de France et de Suisse (*Car-*

dium peregrinum, *fig.* 4). Les couches Sénoniennes de Pondichéry renferment des espèces identiques avec celles de France, avec celles de

Fig. 3. Spirigerina reticularis.

Fig. 4. Cardium peregrinum.

Fig. 6. Belemnitella mucronata.

l'Amérique du Nord (l'*Ostrea larva*, Lamarck, *fig.* 5). Les mêmes étages des États-Unis montrent le *Belemnitella mucronata* (*fig.* 6), identique à celui des mêmes couches en France. L'étage Parisien montre des identiques de cette sorte avec l'étage correspondant de la Caroline du Sud, aux États-Unis (le *Cardita planicosta*, Lamarck, *fig.* 7).

Fig. 5. Ostrea larva.

§ 11. Les **fossiles analogues**, tels que nous les considérons, ne peuvent être pris qu'en général. Ils ne peuvent servir à désigner ces *semi-espèces* de certains auteurs, lesquelles n'existent réellement pas dans la nature, mais bien l'analogie qu'on remarque dans les formes de deux faunes locales de même âge, éloignées l'une de l'autre. Nous nous servons de ce mot dans deux acceptions différentes. 1° On dit que telle série de fossiles est *analogue* à telle autre, quand elle se trouve dans les mêmes conditions géologiques, bien qu'elle ne renferme

pas d'identiques communs : ainsi les coquilles fossiles de l'étage falunien du Chili sont analogues aux coquilles fossiles de nos faluns de France, parce qu'elles se composent les unes et les autres d'une série de genres

Fig. 7. Cardita planicosta.

différente de la série qui vit actuellement sur les côtes voisines. 2° On peut dire encore que telle série de fossiles est *analogue* à telle autre, lorsque le *facies*, l'ensemble des formes, des genres et des espèces se ressemblent, n'y eût-il d'ailleurs aucune espèce identique. L'étage carbonifèrien des Andes Boliviennes ressemble, sous ce rapport, au meme étage en Belgique et en Angleterre; les fossiles jurassiques de l'Himalaya ont le même ensemble de formes que ceux de l'étage callovien de France et d'Angleterre.

§ 12. Les **fossiles perdus** ou **détruits** sont ceux qui n'ont plus de représentants dans les mers actuelles, et qui ont tout à fait disparu de la surface du globe. On peut dire que toutes les couches terrestres, depuis les plus anciennes jusqu'aux époques tertiaires les plus rapprochées de nous, ne contiennent que des fossiles perdus.

Les fossiles perdus peuvent quelquefois constituer des familles naturelles bien circonscrites, dont aucun des genres n'a survécu, comme la famille des *mégathéridées*, dans l'ordre des édentés, celle des ptérodactylidées (*fig.* 8) ou sauriens volants parmi les reptiles, les *lepidoïdes* parmi les poissons, les ammonites *ammonidées* parmi les mollusques, les crinoïdes *cystidæ* parmi les échinodermes, etc.

D'autres fois ces formes constituent seulement des genres perdus dans des familles dont quelques genres sont encore vivants, tels que le Mastodonte parmi les Proboscidiens, les *Mosasaurus*, les *Iguanodon*, les *Ichthyosaurus*, les *Plesiosaurus* parmi les reptiles, les genres *Palæoniscus* (*fig.* 9) parmi les poissons, les *Trinucleus* (*fig.* 10) parmi les crustacés, les *Lituites* parmi les mollusques, les *Apiocrinus* (*fig.* 11), les *Dysaster*, les *Cuneolina* (*fig.* 12), parmi les animaux rayonnés.

Lorsque les fossiles perdus ne forment pas des familles, des genres distincts des familles, et des genres actuellement vivants à la surface du globe, ils offrent seulement des espèces perdues appartenant à des genres de la faune actuelle. L'*Ursus cultridens* est une espèce perdue du genre *Ursus*, le mammouth une espèce perdue du genre éléphant ; il en est de même des *Carcharias tenuis*, *acutus*, etc., du genre actuel *carcharias* (requin) parmi les poissons ; du *Nautilus Koninckii* (*fig.* 13), de l'*Helix hemisphærica* (*fig.* 17), parmi les mollusques, des *Cidaris Blumenbachii*, du *Pentacrinus briareus* parmi les échinodermes, du *Meandrina Reussiana*, de l'*Astræa bacciformis* (Mich.) parmi les zoophytes.

Fig. 8. Pterodactylus crassirostris.

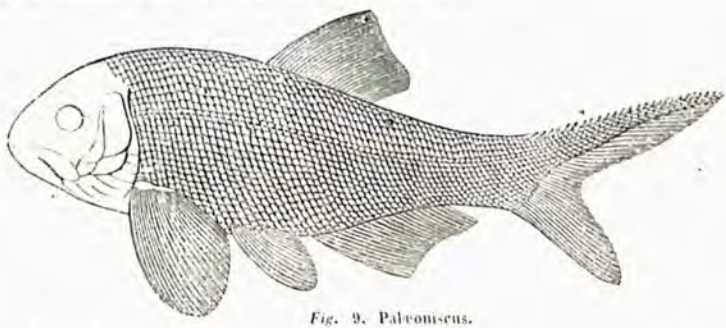


Fig. 9. Palæoniscus.

§ 13. Les *fossiles* ne sont pas *perdus*, seulement par rapport à la nature actuelle ; les familles, les genres et, dans tous les cas, les espèces le sont encore presque tous d'un étage géologique à l'autre. Les *Ammonites* (*fig.* 14), qui ont cessé d'exister avec les dernières couches de terrains crétacés, sont perdues relativement, pour les terrains tertiaires

Fig. 11. Apiocrinus Roissyanus.

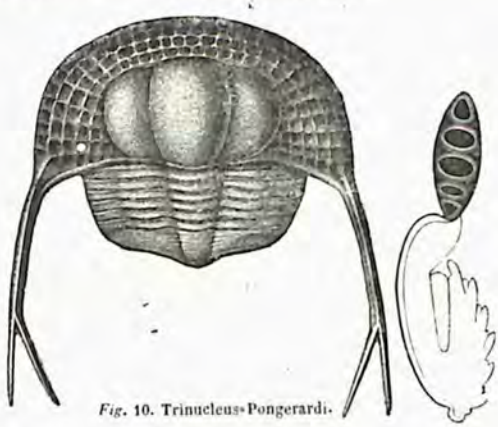


Fig. 10. Trinucleus Pongerardi.

Fig. 12. Cuneolina pavonia.

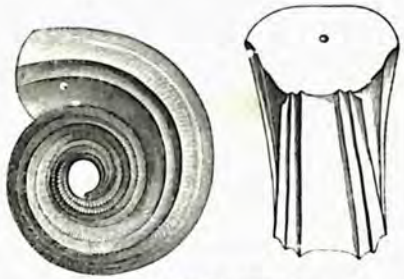


Fig. 13. Nautilus Koninckii.

qui les ont suivis ; les *Orthoceratites* sont perdues pour les terrains jurassiques, puisque les derniers représentants de ce genre restent dans les étages inférieurs. En général, les espèces d'un étage géologique ne passant pas à l'étage suivant, il en résulte que chaque époque géologi-

que contient une faune particulière, caractéristique, et que, presque toujours, la faune enfouie dans un terrain, dans un étage, est entièrement perdue par rapport au terrain, à l'étage qui lui succède.

§ 14. Comparativement à ce qui existe aujourd'hui, on se sert du mot **faune fossile**, pour désigner l'ensemble de la zoologie, tous les animaux qui ont peuplé une époque géologique quelconque ou une superficie définie. Comme on peut parler de la *faune actuelle*, pour désigner tous les animaux qui couvrent la terre aujourd'hui, on peut dire également, la *faune fossile de l'étage carboniférien*, la faune fossile de l'étage oxfordien, la faune fossile tertiaire de Paris, pour tous les êtres qui vivaient à ces diverses époques géologiques. Alors la faune désigne les animaux fossiles d'un *âge géologique*, et ce sont des *faunes chronologiques*, des faunes successives, qui se sont remplacées dans l'ordre de superposition des étages terrestres.

Fig. 14. Ammonites bisulcatus.

En d'autres cas, on se sert du mot faune pour désigner une circonscription géographique quelconque. Comme on dit aujourd'hui la faune d'Afrique, la faune d'Amérique, pour désigner tous les animaux d'Afrique ou tous les animaux d'Amérique, on peut aussi dire, en parlant des animaux fossiles dans le même sens, que la *faune fossile du bassin de la Touraine* ou de l'étage falunien de la Touraine est nombreuse ; que la *faune fossile du bassin tertiaire* des environs de Paris est la plus riche en espèces, etc., etc.

Fig. 15. Mylodon robustus.

Relativement à l'*habitat*, ou milieu dans lequel les animaux fossiles paraissent avoir vécu, en les comparant à ce que nous observons aujourd'hui, ils sont *terrestres*, *fluviatiles* et *lacustres*, *palustres*, ou *marins*.

§ 15. Les **fossiles** sont **terrestres** lorsqu'ils habitaient exclusivement les terrains sortis des eaux, les continents. Les *Mastodontes*, les *Paleotherium*, les *Mylodon* (*fig.* 15), les limaçons (*Helix*, *fig.* 17), les *Cyclostoma*

Fig. 16. Cyclostoma Arnondii

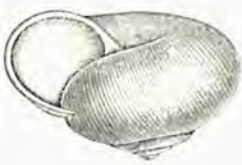


Fig. 17. Helix hemisphærica.

(*fig.* 16) sont des animaux terrestres, dont les organes respiratoires prennent l'air en nature, et qui ne peuvent vivre dans d'autres conditions.

§ 16. Les **fossiles** sont **fluviatiles**, **lacustres** ou **palustres**, lorsque, d'après leurs caractères, ou d'après la composition de leur faune, on reconnaît par comparaison qu'ils ont vécu dans les eaux douces d'une rivière, dans un lac, ou dans un marais. Certains poissons, parmi les animaux vertébrés, les *Planorbis*, les *Lymnea*, les *Physa*, les *Anodonta*, les *Unio* parmi les mollusques (*fig.* 18, 19, 20), sont des *animaux fossiles fluviatiles*, *lacustres*, ou *palustres*, qui vivent effectivement en séparant, des eaux douces, au moyen de branchies, l'air propre à leur

Fig. 18. Lymnea pyramidalis.

Fig. 19. Physa columnaris.

Fig. 20. Unio waldensis.

existence. On a quelquefois abusé de ces caractères en géologie, mais une saine critique peut ramener les choses à leur limite réelle.

§ 17. Les **animaux fossiles** sont **marins**, lorsqu'ils ont dû habiter exclusivement la mer. On doit, suivant leur manière de vivre, les subdiviser encore en *fossiles côtiers*, ou du littoral, comme les *Ichthyosaurus*, les *Plesiosaurus*, qui vivaient probablement sur les rivages, les *Buccinum*, les *Murex*, les *Cerithium*, les *Cypræa*, les *Venus*, les huitres (*Ostrea*, *fig.* 1, 2, 4, 5, 7, 21, 22, 23), quelques oursins, qui ne pourraient vivre sur les côtes qu'à telle ou

Fig. 21. Plesiosaurus dolichodeirus.

telle profondeur. On a souvent donné le nom de *fossiles pélagiens* aux animaux que, par analogie, on croit avoir habité les hautes mers, comme beaucoup de cétacés, les céphalopodes (*Nautilus*, *Ammonites*), les *Conularia* et les *Hyalea* (*fig.* 12, 14, 24, 25) parmi les animaux mollusques, qui paraissent avoir vécu, ainsi que leurs analogues d'aujourd'hui, au sein des océans et ne s'approcher des côtes que lorsqu'ils y sont portés, de leur vivant, par des causes fortuites, ou apres leur mort par la nature légère de leur coquille, comme on le voit de la *Spirula fragilis*, du *Nautilus pompilius*, etc.

Fig. 22. Cypræa elegans.

Fig. 23. Cerithium hexagonum.

Fig. 24. Hyalea Orbignyana.

Les différences qu'établissent entre les animaux fossiles l'habitat

et les diverses conditions du milieu d'existence, de climat ou de distribution géographique, sont d'une haute importance en Paléontologie, et peut-être, jusqu'à présent, ne leur a-t-on pas accordé toute la valeur qu'elles méritent. Nous en tiendrons soigneusement compte aux genres et aux espèces ; elles nous serviront à essayer, dans notre résumé général, une esquisse climatologique et géographique de la terre aux diverses époques géologiques.

Fig. 25. Lituites cornu arietis.

§ 18. Quant à l'âge des *fossiles*, dans les couches terrestres, chacun les a divisés à sa manière, en les appelant *anciens* ou *modernes;* mais il faut oublier, aujourd'hui, ces dénominations purement relatives. Il en est ainsi des noms qui avaient rapport aux anciennes divisions employées dans les divers systèmes géologiques, tels que fossiles *primaires*, *secondaires*, *tertiaires* et *quaternaires*, maintenant beaucoup trop vagues pour être rigoureusement appliqués à l'âge réel des couches terrestres. Sous ce rapport, les noms des séries chronologiques, qui dérivent de l'âge relatif géologique des fossiles, suivront les noms de divisions fournies par l'étude des faunes, que nous indiquerons à la fin de cette première partie, et que nous définirons complétement à la quatrième, afin de les appliquer toujours positivement à la détermination de ces faunes successives; ainsi les *fossiles oxfordiens*, les *fossiles néocomiens* et tous les autres seront déduits des étages dans lesquels ils ont vécu.

§ 19. On a souvent appelé *subfossiles* des coquilles qu'on rencontre quelquefois en grand nombre sur certaines côtes, et qui sont absolument identiques à des coquilles vivant encore aujourd'hui dans les mers voisines. On en trouve sur toutes les côtes du monde, sur le littoral de l'Amérique méridionale, des Antilles, de France, de Norwège, etc., etc. Ces coquilles appartiennent, pour nous, à l'étage contemporain, parce qu'elles dépendent de la faune contemporaine de l'homme.

M. Marcel de Serres divise les fossiles en deux groupes, les *fossiles proprement dits* et les *fossiles humatiles*. Sous ce dernier nom, il désigne tous les débris de corps organisés qu'on rencontre dans les calcaires d'eau douce contemporains ou dans les dépôts qu'il croit précipités ou transportés depuis la rentrée des mers dans leurs bassins respectifs actuels; tous les animaux enfouis dans les brèches osseuses, les ca-

vernes, les alluvions, les mares d'eau douce, qu'il regarde comme postérieurs aux derniers terrains tertiaires d'origine marine, contemporains de l'homme et non point antédiluviens. Pour nous, ces fossiles *humatiles* rentrent encore dans notre *étage contemporain*, et seraient les équivalents terrestres des couches marines contenant des espèces identiques. Selon M. Marcel de Serres, les *fossiles proprement dits* comprendraient tous les débris de corps organisés enfouis dans les couches, antérieurement à cette dernière époque. On a vu par nos divisions que nous croyons inutile d'admettre ces termes.

§ 20. **Suivant le degré de transformation minérale,** les fossiles peuvent être *organiques, semi-organiques* ou *inorganiques*, c'est-à-dire ne conserver de leur état primitif que les formes extérieures qui seules attestent encore leur existence. En effet, tantôt le fossile est *conservé en nature*, n'ayant subi que de légères modifications, soit dans ses caractères physiques extérieurs, soit dans sa composition chimique. Beaucoup d'ossements sont dans ce cas, ceux surtout qu'on extrait des cavernes à ossements et des brèches osseuses les plus modernes. Les insectes qu'on rencontre quelquefois si bien conservés dans les résines fossiles, n'ont probablement aussi subi aucune espèce de changement organique ou chimique. La substance combustible qui leur sert de gangue est restée à l'état d'enveloppe extérieure, et la nature même de cette substance semi-fluide et glutineuse au moment où elle enveloppait les corps organisés, ne permet guère de supposer qu'elle ait pénétré plus intimement dans ces corps. Nous citerons également, au nombre des fossiles *conservés en nature*, les mollusques qu'on rencontre en certains dépôts travertins très-modernes, calcaires ou siliceux, où les coquilles se montrent conservées avec leur nacre, avec leurs couleurs. Grand nombre de fossiles des dépôts contemporains paraissent encore avoir gardé la plus grande partie de leur matière animale.

Néanmoins la conservation des couleurs chez les coquilles n'est pas toujours en rapport avec leur degré de transformation, avec leur âge géologique, car nous connaissons dans l'étage dévonien de Paffrath (Prusse) des coquilles avec leurs couleurs (*Turbo subcostatus*). Nous en possédons de l'étage sinemurien de Pouilly (Côte-d'Or), de l'étage bajocien de Bayeux (Calvados), de l'étage néocomien des Basses-Alpes (*Pecten alpinus*), de l'étage turonien inférieur des bords de la Loire (l'*Ostrea columba*) et de tous les étages tertiaires. Le brillant de la nacre chez les coquilles qui en étaient pourvues, se conserve aussi parfaitement dans les couches terrestres d'âges géologiques très-différents. Elle a tout son éclat sur les fossiles des étages oxfordiens de Russie ; elle le montre encore sur les coquilles de l'étage albien ou du Gault de Folkstone (Angleterre), de Wissant (Pas-de-

Calais), de Machéroménil (Ardennes), etc., sur quelques coquilles de l'étage cénomanien de la montagne Sainte-Catherine à Rouen (Seine-

Fig. 26. Turbo subcostatus.

Fig. 27. Ostrea columba.

Inférieure), de l'étage sénonien des Montagnes Rocheuses (États-Unis), et sur les coquilles de presque tous les dépôts tertiaires.

§ 21. D'autres fois, on dit que le fossile est *altéré*. C'est le cas du plus grand nombre des ossements de vertébrés qu'on rencontre dans les cavernes et dans les brèches osseuses ; c'est le cas aussi de la plupart des coquilles tertiaires, celles, par exemple, que fournissent en si grande abondance les bassins subappennin, parisien et de la Gironde, etc. Dans ces sortes de fossiles, la matière animale a disparu en partie ou en totalité ; les principes solubles en ont été éliminés et entraînés par les eaux infiltrantes ; il n'est resté du corps enfoui que la charpente osseuse ou l'enveloppe calcaire, en quelque sorte nue, et ne contenant plus que les principes insolubles et les sels permanents, terreux ou alcalins.

§ 22. Enfin, le plus souvent, le corps organisé a été complétement *transformé*, soit en conservant une partie de ses principes constituants qui auraient subi une nouvelle disposition moléculaire, soit en acquérant des principes étrangers qui l'auraient *remplacé* en totalité ou en partie. Tous les fossiles des terrains les plus anciens sont, à peu d'exceptions près, dans ce cas. Nous parlerons plus en détail de ces divers degrés de changement, lorsque nous discuterons, au chapitre de la *fossilisation*, les causes multiples qui ont pu les déterminer.

§ 23. Quand le corps organisé a été *remplacé* par des substances minérales étrangères, ou pénétré seulement par ces substances, on dit qu'il a été *pétrifié*. Il faut bien distinguer le sens restreint que nous donnons au mot *pétrification*, du sens plus général que nous avons donné au mot *fossile*. Le mot pétrification désigne tout corps organisé enfoui dans les couches, dont la forme extérieure a été conservée, la structure intérieure plus ou moins détruite et remplacée par une matière toute différente de la matière organique dont il se composait à l'état vivant Souvent la matière minérale qui a fourni à la pétrification est, à peu

de chose près, de même nature que la matière organique elle-même ; ainsi, le test des mollusques qui se compose en grande partie, à l'état vivant, de carbonate de chaux, demeure à l'état de carbonate, après sa conversion au sein des couches calcaires. De même, les ossements qui offrent à l'état vivant une certaine quantité de carbonate et une plus forte proportion de phosphate de chaux, conservent, à l'état de pétrification, le premier principe en totalité, le second en partie, de telle sorte que la pétrification ou la conversion minérale du corps organisé est, le plus souvent, une simple *épigénie* minérale. La *pseudomorphose* est rarement complète.

§ 24. **Des empreintes organiques.** Le corps organisé qui a laissé, dans les couches, des traces durables de son existence, ne s'y trouve pas toujours intégralement représenté ; souvent une ou plusieurs de ses parties ont disparu, ou même, dans quelques cas, toutes ont été complétement détruites, et des caractères organiques du corps enfoui, il ne reste plus que l'image de ses formes. On dit, dans ce cas, que le corps existe à l'état d'*empreinte organique*.

Les empreintes organiques qui nous offrent dans la nature tous les résultats auxquels on est parvenu par le travail, dans l'art du modelage des corps, doivent emprunter leurs termes à la sculpture et à l'architecture. La nature, en effet, a dû procéder comme les modeleurs. Lorsqu'une coquille, ou tel autre corps solide, s'est trouvée entourée de sédiments fins, ceux-ci, en contact immédiat, en ont reproduit les moindres accidents. Supposons, pour expliquer le fait, qu'après l'endurcissement de la couche la coquille ou le corps vienne à disparaître sous l'influence de certaines causes, comme, par exemple, sa dissolution par les eaux infiltrantes ; il ne restera plus, dans la couche au sein de laquelle gisait le corps, qu'une image en creux de la forme de ses contours ; c'est ce que nous appelons *empreinte organique* Suivant l'état plus ou moins complet de cette empreinte, nous la désignerons sous le nom de *moule*, de *modèle*, d'*empreintes* et de *contre-empreintes*.

§ 25. Nous appelons **Moule**, toute empreinte organique complète, qui n'a laissé qu'un vide à la place occupée par le corps organisé, quelle qu'en soit la forme, comme le moule exécuté en plâtre par les modeleurs pour reproduire et tirer des exemplaires d'une sculpture ou d'un ornement quelconque. Ce moule peut être *extérieur*, *intérieur*, ou montrer les deux parties à la fois.

Le moule *extérieur* s'applique à toute espèce de corps organisés, pleins ou creux à l'intérieur, comme à la cavité taillée dans une roche par un os, un polypier, ou même par une coquille. C'est alors une cavité simple, circonscrite de toutes parts (*a*, *fig.* 28)

§ 26. Le moule *intérieur*, au contraire, n'est applicable qu'aux corps organisés qui présentent une cavité intérieure, comme les bivalves fermées et les gastéropodes ; mais, le plus souvent, les corps creux laissent à la fois, le moule extérieur et intérieur. Lorsque, par exemple, une coquille bivalve entière (*fig.* 28) enveloppée de sédiments fins, laisse quelque partie béante (*b b*) entre les valves, elle ne tarde pas à se remplir de ces sédiments qui l'entourent extérieurement. Lorsque la coquille se détruit, il reste à l'extérieur (*e e*) un moule *extérieur*, tandis qu'à l'intérieur les sédiments moulés sur l'intérieur de la coquille forment un moule *intérieur* (*c c*). Il en est de même d'un gastéropode.

Fig. 28. Moule intérieur d'Arca.

§ 27. Lorsque le *moule*, cette cavité circonscrite, se remplit postérieurement de molécules adventives qui en prennent plus ou moins exactement la forme, nous appellerons cette partie de remplissage, *Modèle;* car elle est tout à fait comparable aux modèles que les modeleurs tirent de leurs moules. Alors le remplissage aura en tout la forme du corps organisé, mais sera de matière tout à fait variable.

§ 28. Nous réservons plus spécialement le nom d'**Empreintes** aux parties plus ou moins étendues d'un moule. Une empreinte peut, relativement au corps qu'elle reproduit, être *extérieure* et représenter la face extérieure d'un corps organisé. Dans une coquille bivalve dont les deux valves sont séparées, disséminées, chacune de ces valves, enveloppée par le sédiment environnant, laissera tout à la fois sur ce sédiment, l'empreinte de sa surface convexe ou extérieure (*fig.* 29), et celle de sa surface concave ou intérieure (*fig.* 30) ; on aura, dans ce dernier cas, ce qu'on nomme une empreinte *intérieure*. Comme le moule, l'empreinte extérieure s'applique à tous les corps, tandis que l'empreinte intérieure n'est applicable qu'à ceux qui sont creux. Nous ne saurions donner une idée plus exacte de la nature d'une empreinte, qu'en la

Fig. 29.

Fig. 30.

comparant à l'image laissée sur un fond mou ou ductile, comme celle qu'imprime sur la cire le cachet qu'on y applique. Les empreintes, soit extérieures, soit intérieures, sont fréquentes dans certaines couches, surtout dans celles qui se montrent très-perméables aux infiltrations aqueuses, lorsque le corps organique offrait, en soi, des éléments de décomposition facile. Plus les molécules qui ont enveloppé le corps organisé étaient fines, plus les empreintes sont nettes et bien caractérisées. On en trouve dans les grès, dans les calcaires, et à toutes les époques géologiques. L'étage silurien ne montre souvent que cela, ainsi que beaucoup de couches jurassiques, comme celles de l'étage corallien de la Belle-Croix, près de la Rochelle (Charente-Inférieure), et certains calcaires grossiers de l'étage parisien des environs de Paris, où des couches entières ne sont formées que de moules et d'empreintes de mollusques et de polypiers.

§ 29. Quelques auteurs (Lyell) ont appelé *contre-empreinte* ce que nous avons nommé moule extérieur, tandis que nous désignons sous ce nom de *contre-empreinte* un cas tout particulier, assez fréquent dans les couches calcaires ou argileuses. Lorsqu'une coquille, déposée dans les couches terrestres, s'est détruite en laissant d'un côté, dans la couche, l'empreinte ou le moule extérieur, et de l'autre, l'empreinte ou le moule intérieur, et que cette couche qui la renferme, non encore solidifiée, a subi postérieurement une pression déterminée par le poids des couches supérieures qui tend à en rapprocher toutes les parties, le vide resté à la place de la coquille disparaît, et les empreintes extérieure et intérieure réunies et mises en contact, atténuent plus ou moins complétement les caractères internes, en donnant un ensemble qui n'est ni une empreinte interne, ni une empreinte externe, mais bien la réunion de l'une et de l'autre. Cette circonstance est très-fréquente, surtout dans les calcaires marneux de tous les âges, comme l'étage kimméridgien de Châtelaillon, l'étage corallien de Marans (Charente-Inférieure), etc., etc.

§ 30. **Empreintes physiologiques.** En traitant des empreintes, des moules, des modèles, des contre-empreintes, nous n'avons parlé que de *traces organiques* fossiles des parties solides des animaux enfouis dans les couches; mais il est d'autres vestiges fossiles laissés par les corps vivants sur les sédiments non consolidés, et qui se rapportent moins à ces parties solides des corps, qu'aux habitudes vitales et physiologiques de ceux-ci. Il s'agit d'empreintes de pas d'animaux, de sillons, de cannelures, de bourrelets, laissés par les organes de mouvement des animaux marcheurs et nageurs. M. Hitchcock, qui a beaucoup étudié les empreintes fossiles de pas d'animaux, les a désignées sous le nom général d'*Ichnites*, (ἴχνος trace, vestige), en

appelant *Ichnologie* la science qui s'occupe de ces sortes de fossiles. Nous y réunirons également les empreintes analogues laissées par les animaux nageurs, et nous nommerons encore cette série d'empreintes, bien distincte de la première, *Empreintes physiologiques* (*fig.* 31, 32, 33); car

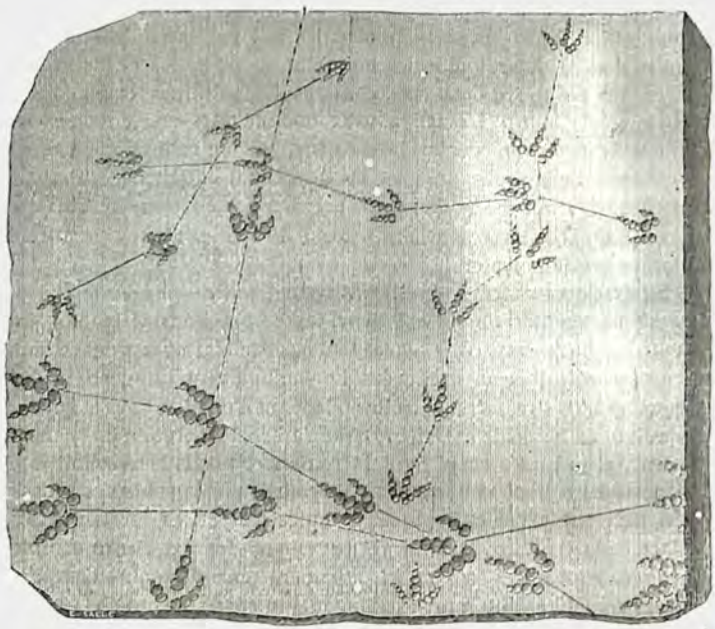
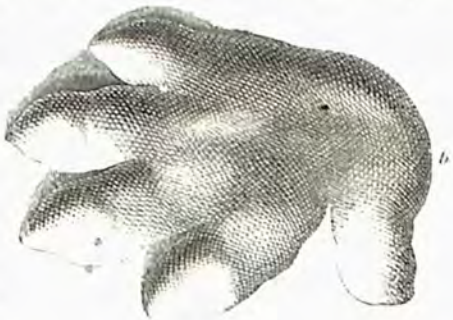


Fig. 31. Empreintes physiologiques de pas d'Oiseaux.

nous trouvons inutile de surcharger la science de noms nouveaux, pour désigner des choses qui rentrent dans les acceptions vulgaires. Il est certain que les noms d'*empreintes physiologiques*, de *pas d'oiseaux*, de *pas de reptiles*, etc., s'entendent mieux que les mots d'*Ichnites*, et d'*Ichnologie*, etc.

Poussant plus loin son travail, M. Hitchcock les a subdivisées en deux groupes : 1° les *Sauroïdichnites;* 2° les *ornithichnites* suivant qu'elles se rapportent à des sauriens ou à des oiseaux; et plus récemment, le même auteur a proposé une autre division, dans laquelle il a tenu moins compte des caractères généraux de zoologie, que du nombre de parties composant chacune de ces traces : telles sont les *polypodichnites* ou traces à plusieurs pieds; les *tetrapodichnites* ou traces à quatre pieds; les *dipodichnites* ou traces à deux pieds, et enfin les *apodichnites* ou traces sans pieds. Les traces de poissons laissées sur les fonds

vaseux par les organes de natation de ces animaux, ont été désignées, par M. Buckland, sous le nom d'*Ichthyopatolites*. Nous croyons qu'on doit tout simplement désigner ces empreintes comme des *empreintes physiologiques* d'oiseaux, de sauriens et de poissons, et ne pas admettre surtout les termes déduits du nombre des pieds.



§ 31. **Empreintes physiques.** Il est encore d'autres empreintes qu'on

Fig. 32. Empreintes physiologiques : *aa*, de pas de Tortue; *bb*, de pas de Chirotherium.

rencontre dans des couches d'âges très-différents et qui, bien qu'el-

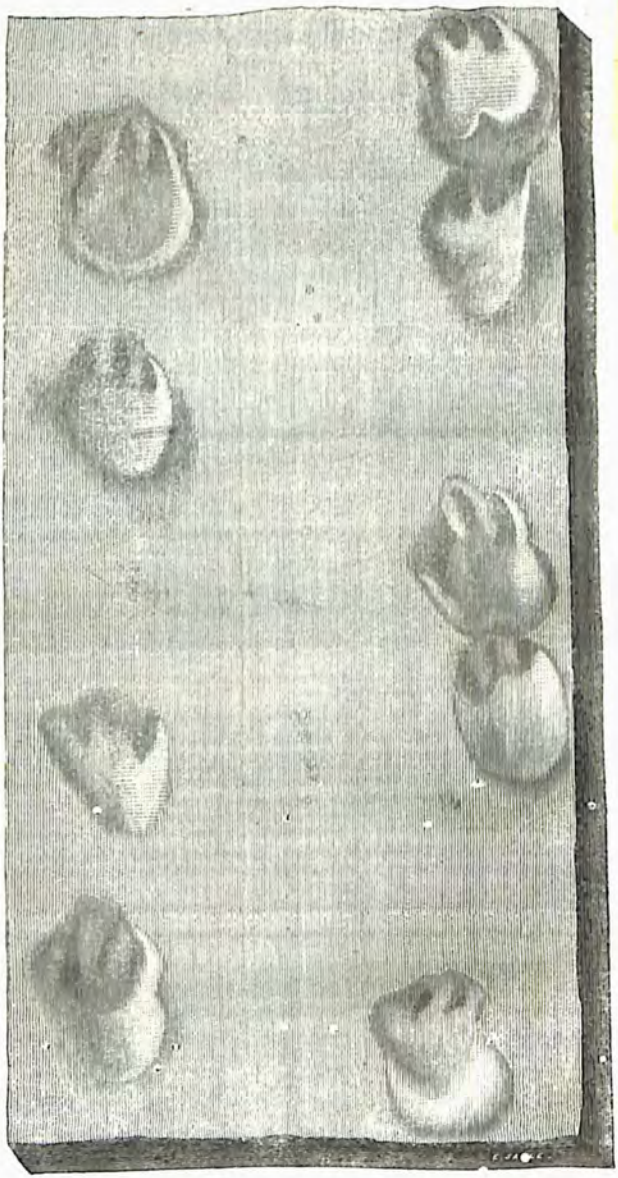


Fig. 33. Empreintes physiologiques de pas de Tortue terrestre.

les n'appartiennent pas à la Paléontologie, n'en offrent pas moins beaucoup d'intérêt. Nous voulons parler des empreintes de gouttes de pluie, et des ondulations laissées par les eaux, qu'on trouve sur les grès et sur les calcaires. Pour ne pas créer de nouveaux noms, nous appellerons ces sortes d'empreintes *empreintes physiques* (*fig.* 34, 35).

§ 32. **Des gouttes de pluie.** Plusieurs auteurs ont donné des descriptions de gouttes de pluie fossiles. Cunningham, Hitchcock, Lyell, etc., les ont étudiées en particulier, et leurs observations ont été si consciencieuses qu'il n'est guère permis de conserver encore quelque doute sur leur existence. M. Cunningham parle dans les termes suivants d'impressions et de moules de gouttes de pluie qu'il a observés dans les carrières de Storeton-Hill (Cheshire), ces mêmes carrières qui ont déjà offert des empreintes de Chirotherium. « Les effets d'une pluie tombant sur des cendres très-fines du Vésuve s'y font remarquer en globules arrondis, semblables à ceux que produirait l'eau d'un arrosoir sur un parquet couvert de poussière. Même phénomène a été remarqué sur les grès de Storeton-Quarry. En certains cas, les globules sont petits et circulaires, comme s'ils eussent été produits par une pluie légère ; en d'autres, ils sont plus gros, de forme moins régulière, indiquant une pluie plus violente. »

Fig. 34. Empreinte physiologique de pas d'Oiseau, et empreintes physiques de gouttes de pluie.

M. Lyell a décrit des empreintes semblables à des gouttes de pluie dans la vallée de Connecticut, Amérique du Nord. Ces empreintes ont été observées en plusieurs localités, à Newark, New-Jersey, à Cabotville dans le Massachussets, à Smith's Ferry au nord de Springfield, etc. M. Lyell est convaincu que ces empreintes sont bien réellement celles de gouttes

de pluie, malgré les doutes qu'il a professés pendant longtemps sur les vues de M. Hitchcock et autres.

On se rappelle ces plaques de grès bigarré du nouveau grès rouge qui furent découvertes, il y a quelques années, par M. Ward, à Shrewsbury, en Angleterre, et dont M. Buckland a offert un modèle en plâtre à la Société géologique de France. On remarque, sur ces plaques de grès, des empreintes de gouttes d'eau, dans trois circonstances différentes : ici, les empreintes sont hémisphériques, elles sont formées par une pluie tranquille ; là, elles sont larges et sans profondeur, ce devait être une pluie d'orage à grosses gouttes ; ailleurs, elles sont dans un sens oblique, c'est un signe que la pluie qui les a laissées était accompagnée d'un vent plus ou moins violent. M. Ward a observé lui-même à Grinshill-Hill (comté de Shrop), en Angleterre, des gouttes de pluie fossiles dont l'obliquité indique que les gouttes ne seraient pas tombées perpendiculairement, mais auraient été jetées obliquement par la force du vent.

§ 33. **Des ondulations laissées par les eaux.** Le fait de l'existence à l'état fossile de véritables ondulations occasionnées par le mouvement des eaux, est également bien constaté. Les grès de Shrewsbury, dont il a déjà été question, présentent de ces sortes d'empreintes ; ceux de Grinshill-Hill sont dans le même cas. Dans cette dernière localité, les empreintes d'ondulations offrent nettement des élévations et des dépressions alternatives plus ou moins continues, avec des surfaces émoussées et arrondies

Nous avons vu de ces ondulations formées par les eaux sur les bancs de calcaire carbonifère, sur les grès portlandiens des environs de Boulogne (Pas-de-Calais), sur les grès tertiaires des bords du Rio-Negro, en Patagonie, et sur une multitude d'autres points. En traitant des causes actuelles, nous chercherons à expliquer le mode de formation des empreintes physiques, et les moyens employés par la nature pour nous les conserver dans les couches terrestres (§ 96).

Fig. 35. Empreintes physiques. Ondulations laissées par les eaux. Environs de Boulogne-sur-Mer.

§ 34. **Des coprolites.** Il n'est pas rare de rencontrer dans les couches des *fæces* fossiles, qu'on désigne aujourd'hui plus particulièrement sous le nom de *Coprolites*. Nous allons donner ici quelques détails sur ces corps si singuliers, dont les véritables analogies ont pu être longtemps contestées, mais sur la nature *organique* desquels, leurs caractères phy-

siques et leur composition chimique ne laissent plus aucune incertitude.

Les coprolites se présentent, en général, sous la forme de petits corps arrondis, tantôt globulaires, tantôt allongés, souvent contournés ou tordus en spirale, à surface lisse ou légèrement rugueuse. Leur consistance est souvent très-dure, quelquefois cependant ils sont plus ou moins friables, ou se divisent facilement en fragments, lorsqu'on vient à briser la couche qui les renferme. Leur grosseur varie de celle d'une noisette à celle du poing, ou même dépasse ce dernier volume. Leur couleur est également très-variable ; les nuances les plus fréquentes sont le gris cendré, le jaune, le brun clair, etc.

Fig. 36. Coprolite de Poisson.

Du reste, chacun de ces caractères de forme, de consistance, de grosseur, de teinte, change pour chacune des classes, des ordres, ou même des genres d'animaux auxquels ils appartiennent.

La composition matérielle des coprolites a présenté, dans quelques cas, des circonstances fort remarquables et bien propres à nous prouver combien les faits paléontologiques les plus simples et les plus futiles en apparence peuvent être précieux pour nous apprendre à connaître les habitudes physiologiques des animaux qui ont peuplé la terre aux époques géologiques anciennes, et le mode d'anéantissement des faunes successives. Certains coprolites ont paru présenter dans leur masse intérieure des parties non encore digérées et distinctes, telles que des fragments d'os, d'écailles, des poils, des graines, etc. L'animal aurait-il été détruit subitement, peu de temps après un repas copieux et non encore transformé ? La fameuse salamandre fossile qui existe à Leyde, dans le cabinet de Van-Breda, contient, dans la partie correspondant à l'abdomen, plusieurs coprolites où l'on distingue, dit-on, très-facilement des fragments d'os de grenouilles et de poissons. Des coprolites de Lyme-Regis sont remplis d'os, de dents, d'écailles de poissons, dont la conservation est telle qu'on a pu les rapporter distinctement à des genres connus. Les coprolites d'oiseaux de Chicopee laissent voir quelquefois, dans leur intérieur, à l'aide d'instruments grossissants, de véritables graines, sous forme de petits grains noirs.

La forme, avons-nous dit, ainsi que la dureté, la couleur, etc., en un mot les principaux caractères physiques, indiquent approximativement la classe d'animaux auxquels les coprolites appartiennent. La composition chimique est un caractère non moins utile pour arriver au même but. Nous ne parlerons pas ici avec détail de ce dernier caractère des coprolites, nous réservant de le développer lorsque nous aurons à traiter, dans le chapitre de la Fossilisation, de la composition chimique

comparée dans les divers fossiles. Nous dirons seulement, par anticipation, que les caractères chimiques des excréments fossiles prouvent jusqu'à l'évidence que la nature de ces corps est bien organique. Nous ajouterons que l'analyse chimique a fait découvrir, dans chaque classe de coprolites, des caractères propres à chacun et qui viennent en aide aux caractères physiques, pour les distinguer entre eux. C'est donc d'après l'ensemble de ces caractères qu'on a pu reconnaître déjà des coprolites de quatre grandes classes de vertébrés. Quelques auteurs ont proposé des noms particuliers pour chacune de ces classes : ils ont appelé *Saurocoprolites*, *Crocodilocoprolites*, les fèces fossiles de sauriens, de crocodiles; *Ichthyocoprolites*, ceux de poissons; *Ornithocoprolites*, ceux d'oiseaux, etc.

On connaît des coprolites dans un grand nombre de localités et dans plusieurs étages : Lyme-Regis, le comté de Fife, etc., en Angleterre, Burdie-House, en Écosse, les cavernes de Lunel-Viel, en France, de la province de Liége, etc., en ont offert les plus nombreux exemples. Le terrain le plus ancien dans lequel on les ait rencontrés paraît être celui de Burdie - House, compris dans les membres les plus inférieurs de l'étage carboniférien. Les coprolites de Chicopee sont dans un grès dur et compacte appartenant probablement au terrain triasique; ceux de Lyme-Regis sont rapportés au lias; il en existe dans l'étage sénonien de la craie de Meudon, dans les couches noires du calcaire grossier de Passy; enfin ils abondent généralement dans la plupart des cavernes à ossements. Le guano représente les coprolites de l'époque contemporaine.

CHAPITRE II.

DE LA FOSSILISATION.

Sous ce titre général de *fossilisation*, nous comprendrons tout ce qui se rattache, plus ou moins directement, aux *changements* par lesquels un corps vivant et jadis animé a passé d'une époque, alors actuelle, à un autre époque qui n'est plus, en laissant, dans les couches terrestres des traces impérissables de sa forme caractéristique. Nous y réunirons un ensemble de considérations d'une haute importance, et qui néanmoins ont été complétement négligées par les paléontologistes.

Conditions de fossilisation dérivant de la nature et de la composition chimique des corps vivants.

§ 35. Pour qu'un corps organisé soit susceptible de laisser au sein des couches des traces durables de son existence, il ne suffit pas que sa

dureté et sa consistance lui permettent de résister à l'action mécanique des milieux environnants et de conserver ainsi sa forme jusqu'après consolidation complète des sédiments où il se trouve enfoui ; il faut encore que sa composition chimique soit telle qu'il puisse en même temps échapper à la décomposition organique et que la dissolution de chacune de ses parties ne soit pas immédiate après sa mort. La nature physique d'un corps organisé, c'est-à-dire sa consistance, sa solidité, sa dureté, etc., est essentiellement en rapport avec sa nature chimique, et connaître celle-ci, c'est, en quelque sorte, déterminer les caractères physiques : or la nature des éléments chimiques n'est pas, à beaucoup près, la même chez tous les animaux : elle présente, il est vrai, des caractères généraux communs à toute la série animale, mais elle comporte aussi des différences particulières propres à chaque classe, à chaque ordre, ou même à chacune des parties d'un même corps organisé. Suivant ces différences, les caractères physiques varieront dans le même rapport, et la fossilisation offrira des modifications semblables.

La composition chimique comparée des fossiles de toute la série animale n'avait guère, jusqu'à ce jour, fixé d'une manière spéciale l'attention des géologues et des paléontologistes ; du moins aucun travail d'ensemble n'avait encore été publié sur ce sujet. M. Hugard a essayé de combler cette lacune, en réunissant les matériaux épars dans les ouvrages et en y ajoutant d'autres matériaux bien plus nombreux, fruit de ses propres recherches. Une communication qu'il a faite dernièrement sur ce sujet, à la Société géologique de France, contient le résumé de son travail, dont nous ne ferons que donner ici une analyse succincte.

Parmi les caractères chimiques qui distinguent les animaux entre eux, les uns, avons-nous dit, sont communs à toute la série animale. La présence de l'azote, par exemple, caractérise assez bien toute substance animale, et la distingue des substances végétales ; les autres sont propres à telle ou telle division de cette série, ou même, dans certains cas, à telle ou telle partie d'un même corps organisé. Les caractères *communs* ne nous occuperont pas ici ; leur étude nous entraînerait à de trop longs détails et à des discussions inutiles, qui ne sauraient trouver place dans cet ouvrage élémentaire. Les caractères chimiques *spéciaux* ont pour nous une importance plus directe ; ce sont aussi ceux-là que concerne principalement le travail de M. Hugard. Dans ce travail, l'auteur a groupé les faits, d'après les affinités chimiques de composition des corps organisés qu'il passe successivement en revue ; cet ordre est celui que nous adoptons dans les considérations qui suivent.

§ 36. **Os, dents, cartilages des mammifères.** La composition chimique des *os* de mammifères peut se résumer par les chiffres moyens sui-

vants : cartilage complétement soluble dans l'eau, 32,17 ; vaisseaux, 1,13; phosphate basique de chaux, avec un peu de fluorure de calcium, 54,04 ; carbonate de chaux, 11,30 ; phosphate de magnésie, 1,16 ; soude avec une très-petite quantité de chlorure de sodium, 1,20,=100 (Berzélius). Ces différents chiffres, comparés, nous démontrent que les matières terreuses l'emportent de beaucoup, par leur quantité relative, sur les matières animales, et que le phosphate de chaux forme même, à lui seul, plus de la moitié de l'ensemble de la matière osseuse. Le phosphate de chaux possède une dureté considérable ; sa stabilité chimique est très-grande ; faits qui seuls nous expliquent déjà pourquoi les os et les dents sont de toutes les parties d'un mammifère celles qu'on rencontre le plus fréquemment à l'état fossile. Du reste, tous les os du squelette, ou même les différentes parties d'un même os, ne contiennent pas les mêmes quantités proportionnelles de matière animale et de matière terreuse. Les os longs des membres offrent plus de matières terreuses que ceux du tronc ; les os des membres supérieurs en renferment un peu plus que ceux des extrémités inférieures, et en général les extrémités soumises à un travail plus actif, en présentent plus que ceux qui le sont moins. Les os spongieux sont aussi toujours relativement moins terreux que les os plus compactes. De ces faits, il est naturel de conclure que telle ou telle partie du squelette, tel ou tel os, ou même les différentes parties d'un même os, n'offriront pas des conditions semblables de fossilisation. C'est ce que prouve, en effet, le nombre comparé des différentes parties du squelette qu'on trouve à l'état fossile.

Les *cartilages*, qui, sous plus d'un rapport, peuvent être assimilés aux os proprement dits, offrent cependant une composition chimique assez différente par les proportions, sinon par la qualité des éléments qui les constituent. Les principes terreux que nous avons vus s'élever jusqu'à 66,50 environ pour 100 dans les os, ne sont plus que de 1 à 2 pour 100, au maximum, dans les cartilages. La gélatine en constitue la majeure partie; or, on sait que ce dernier principe est bien peu stable : nous n'aurons donc pas lieu de nous étonner si l'existence des parties cartilagineuses du squelette des mammifères n'a pas souvent été constatée à l'état fossile, malgré la dureté et la résistance presque osseuse que présentent quelques-unes d'entre elles. Du reste, ce que nous venons de dire des cartilages des mammifères s'applique également à ceux d'oiseaux et de reptiles, mais non aux cartilages de poissons.

§ 37. Les **dents de mammifères** offrent, dans les différents groupes, une composition chimique à peu près semblable à celle des os dans les mêmes vertébrés, du moins quant à la nature des éléments qui les forment ; il n'en est pas de même de la quantité relative des éléments comparés entre eux. L'un des principes terreux, le phos-

phate de chaux, est ici en quantité bien plus considérable que dans les os en général. Nous avons vu que dans ceux-ci la quantité du sel terreux s'élevait en moyenne à 54,04 pour cent ; dans la substance des dents, cette quantité n'est jamais au-dessous de 60 et peut aller même jusqu'à 64 et 66. Les dents doivent à leur dureté et leur ténacité considérable la forte proportion de phosphate qu'elles contiennent. Du reste, la composition de la dent n'est pas identique dans chacune de ses parties; l'émail contient une bien plus forte proportion de phosphate que l'ivoire, et la substance corticale qui existe chez quelques mammifères contient, à son tour, bien moins encore de principes terreux que les deux précédentes; de là des différences essentielles de dureté ; de là aussi des conditions variables de fossilisation.

Les défenses de divers mammifères, et en particulier de certains pachydermes, l'ivoire de quelques animaux du même ordre, les cornes de cerfs ont la plus grande analogie de composition avec les dents. Les cornes, toutefois, contiennent une plus faible quantité de phosphate et de carbonate terreux Cependant les cornes de cerfs ne semblent pas différer par leur composition des os eux-mêmes.

La composition chimique des os d'oiseaux diffère peu de celle des os de mammifères ; les proportions seules des éléments varient, pour un même poids. A volume égal, un os d'oiseau contiendra une aussi forte proportion de sels terreux que l'os d'un animal appartenant à la première classe de vertébrés, bien que, sous ce volume égal, sa densité soit beaucoup moindre à poids égaux. Cette même proportion des sels terreux dans un os d'oiseau, sera de beaucoup supérieure à la quantité des mêmes éléments dans tout autre os de vertébré. Si donc la *qualité* des éléments constitutifs des os d'oiseaux ne peut suffire à la faire distinguer de ceux de tous les autres vertébrés, la *quantité* de ces mêmes éléments pourra suppléer à ce défaut, et l'on conçoit, dès à présent, combien, dans ce cas, la différence quantitative pourra être utile au paléontologiste indécis sur la nature de fragments osseux dont les caractères zoologiques ne lui paraîtraient pas suffisamment tranchés.

La composition des os de reptiles n'a pas encore été étudiée en particulier ; toutefois, il est à présumer qu'elle ne diffère pas beaucoup de celle des deux classes précédentes.

§ 38. **Des os de poissons.** La quantité des matières terreuses est, relativement à la matière animale, beaucoup moindre dans ces os que dans ceux des classes précédentes. Ce fait nous explique pourquoi les os de poissons sont rares à l'état fossile; il nous fournit en même temps un excellent moyen pour distinguer ces os à l'état fossile, par le seul caractère de la quantité absolue, sous un poids donné, de quelques-uns de leurs éléments essentiels ; enfin il nous fait comprendre

pourquoi les poissons étant rarement conservés à l'état fossile avec leur forme et leur volume réels, on les rencontre toujours très-déformés et aplatis, ou même, le plus souvent, représentés par leurs écailles. Quant aux cartilages dont se compose uniquement le squelette de toute une division de la classe des poissons, leur composition diffère peu de celle des cartilages des autres classes de vertébrés ; c'est toujours du phosphate de chaux, de magnésie, de fer, environ 0,1600 ; du sulfate de chaux, 0,1200 ; des traces de soufre, d'alumine, de silice, de potasse ; et tout le reste, pour 100 parties, est de la matière animale. Cependant les cartilages de certains poissons présentent une dureté et une résistance presque égales à celles des os proprement dits : dans ce cas, leur fossilisation a pu devenir plus facile, et effectivement, il n'est pas rare de rencontrer des poissons cartilagineux fossiles. Toutefois dans ceux-ci, on remarque qu'il n'est plus rien resté d'organique que la forme ; leurs principes élémentaires ont été totalement remplacés par des substances adventitielles de nature pierreuse qui ont pénétré, dans tous les sens, le corps perméable assez résistant pour conserver sa forme pendant toute la durée de la fossilisation, mais qui ne l'était pas assez pour échapper ensuite à la décomposition organique.

§ 39. Les **cornes des ruminants**, la *carapace des chéloniens*, les *écailles des reptiles, des poissons,* le *squelette tégumentaire des annelés*, se ressemblent par une composition commune. Quelques-uns de ces organes se rencontrent fréquemment à l'état fossile ; aussi est-il important de bien connaître leurs véritables caractères chimiques, afin d'en mieux comprendre les différences de fossilisation. Nous ne possédons pas encore de données bien certaines sur la composition chimique de la *carapace cornée* des *chéloniens*. Son origine fait présumer qu'elle n'est pas très-différente de celle des écailles de reptiles et de poissons, sur lesquelles nous allons donner quelques détails. Les *cornes creuses* des ruminants sont probablement aussi dans le même cas. Les *écailles de reptiles* consistent principalement, à l'état frais, en une sorte de substance cornée qui contient à peine, chez quelques genres, le crocodile dans le jeune âge par exemple, 1 et 1/2 pour 100 de matière terreuse, et pas plus de 3 pour 100 dans les écailles du même animal, qui forment la crête dorsale et qui paraissent en contenir le plus. La très-faible proportion de matières terreuses dans les écailles de cette grande classe de vertébrés explique facilement leur rareté à l'état fossile. Souvent les écailles qu'on a cru devoir attribuer à des reptiles étaient, au contraire, des écailles de poissons ; et, en effet, nous verrons plus loin que celles-ci offrent des conditions bien plus favorables de fossilisation que les premières.

Les *écailles de poissons* diffèrent essentiellement de celles des reptiles, quant aux proportions des éléments qui les constituent. Nous possédons un grand nombre d'analyses d'écailles de poissons vivants et fossiles. Toutes démontrent que, dans ces écailles, la proportion des sels terreux l'emporte de beaucoup sur celle des éléments analogues pour la classe précédente. Le phosphate de chaux y entre à lui seul dans la proportion de 42 à 46 centièmes de la masse totale ; c'est-à-dire que l'écaille d'un poisson offre presque la composition d'un os. On voit par là, combien il sera facile de distinguer, à l'état fossile, une écaille de poisson de celle d'un reptile. D'un autre côté, les écailles de poissons ne devront pas être rares dans les couches, et, en effet, ce sont quelquefois les seuls organes qui représentent l'animal à l'état fossile. Du reste, les écailles de reptiles, lorsqu'elles existent conservées dans les couches, y sont généralement remplacées par une matière siliceuse ou calcaire ; au contraire, les écailles de poissons retiennent toujours, à l'état fossile, une quantité considérable de phosphate de chaux, comme le prouvent un grand nombre d'analyses chimiques de ces écailles, entreprises par M. Hugard, sur des échantillons pris à différents âges géologiques. Nous insisterons donc ici encore une fois sur les différences essentielles de composition, ou du moins de proportions dans les éléments qui constituent les écailles de poissons et de reptiles, en rappelant combien ces différences peuvent être utiles pour la détermination zoologique de débris fossiles appartenant à l'une ou à l'autre des deux classes de vertébrés ; car il est souvent impossible de distinguer par les seuls caractères anatomiques ou extérieurs des écailles prises dans l'une ou l'autre de ces deux classes.

§ 40. Les **ongles**, les **piquants**, les **crins**, les **poils**, les **cheveux**, etc., ont entre eux la plus grande analogie de composition, et diffèrent à peine, même dans la proportion des éléments qui les constituent. Nous n'insisterons donc pas plus longtemps sur l'importance des caractères que peut fournir leur composition chimique comparée pour la distinction des classes auxquelles ils appartiennent. Nous dirons seulement que chacun d'eux n'est qu'une simple dépendance du tissu cuticulaire, et comme tel se compose presque exclusivement de matière animale semblable au mucus. On y rencontre, de plus, un peu de phosphate de chaux, du carbonate de la même base, de l'oxyde de manganèse, du fer oxydé, du *fer sulfuré*, une quantité notable de silice et une quantité plus notable encore de soufre. Cette dernière circonstance mérite de fixer un instant notre attention. On attribue à la décomposition de substances animales la grande quantité de soufre, généralement à l'état de sulfure, qu'on rencontre dans certaines couches d'origine sédimentaire où abondent effectivement certains débris orga-

niques. L'explication nous paraît peu probable, ou du moins insuffisante.

Les *plumes*, chez les oiseaux, dépendent, comme les organes précédents, du système cuticulaire ; elles se composent également, en grande partie, de mucus animal.

Que conclure de tous ces faits ? Qu'on espérerait en vain trouver avec abondance, à l'état fossile, la plupart des organes que nous venons de citer : d'abord leur solidité et leur résistance aux agents mécaniques extérieurs n'est pas très-grande, et puis ils se composent d'éléments tout à fait instables, dont la putréfaction s'empare promptement, car la plus grande partie de ces éléments sont solubles. Aussi les cas de crins, poils, ongles, etc., fossiles, cités jusqu'à ce jour sont-ils extrêmement rares et, en quelque sorte, exceptionnels.

§ 41. **Des téguments et autres pièces cornées des animaux annelés.** Dans l'embranchement des annelés, la classe qui compte le plus grand nombre de représentants à l'état fossile est, sans contredit, celle des crustacés. La classe des annélides, moins toutefois les tubicoles, et celle des arachnides n'ont laissé, au sein des couches, que quelques vestiges de leur existence. Après les crustacés, viennent, par ordre d'abondance, les insectes, puis les cirrhipèdes. Ceux-ci, par la grande analogie de leur enveloppe testacée avec celle des mollusques, se rencontrent abondamment dans quelques terrains. Voyons jusqu'à quel point les conditions chimiques de ces différents corps pourront expliquer leur abondance relative dans les couches terrestres.

L'enveloppe solide des crustacés est formée d'une grande quantité de carbonate de chaux, d'une moindre quantité de matière animale et d'une quantité toujours décroissante de phosphate calcaire. Toutefois la proportion de ces éléments varie avec l'animal de tel ou tel ordre, ou même quelques-uns d'entre eux peuvent disparaître complétement suivant le genre. On voit, en effet, tel crustacé présenter une enveloppe extérieure à peine cornée, tandis que tel autre présentera cette même enveloppe encroûtée de matière calcaire et constituant un test d'une solidité remarquable, comparable même, dans certains cas, à celle des os des animaux supérieurs. Lorsque le squelette tégumentaire du crustacé est de nature seulement demi-cornée, elle se compose presque en entier d'albumine et d'une substance particulière nommée *chitine*, substance qu'on retrouve également dans les téguments des insectes. Lorsqu'au contraire la carapace du crustacé est osseuse, on y rencontre, outre l'albumine, les éléments que nous avons cités ci-dessus ; mais dans l'un et l'autre cas, la substance qui en constitue la base et qui donne leur forme aux téguments est la chitine, principe organique, découvert d'abord par M. Odier, retrouvé, plus tard, par d'autres chimistes et étudié tout spécialement par

M. Milne Edwards. Ce savant zoologiste a reconnu, dans la carapace du *Carcin menade*, environ 100 pour 100 de chitine, 18 d'eau, 63 de sels mêlés à un peu de matière animale soluble à froid dans une petite quantité d'acide hydrochlorique faible et environ 8 d'albumine. Dans les segments dorsaux des anneaux abdominaux du même animal, il a trouvé 20 pour 100 de chitine et 54 de matières salines.

Cette observation prouve que certains crustacés offrent les conditions les plus favorables à la fossilisation : composition chimique et solidité se réunissent pour les préserver de la désorganisation putride et de la destruction mécanique. Aussi les crustacés présentent-ils, en général, un degré de conservation remarquable à l'état fossile, quel que soit, du reste, leur âge géologique ; tels sont, par exemple, les fameux trilobites de Dudley, les crustacés décapodes de bien d'autres localités ; et si nous ne trouvons pas un très-grand nombre de ces animaux à l'état fossile, dans toute la série des autres étages, c'est qu'apparemment la classe en était moins nombreuse en individus que dans la nature actuelle. N'oublions pas du reste, que leur composition chimique varie beaucoup dans chacune des familles, dans chacun des genres, ou même dans chacune des espèces.

Le *tégument externe dans les insectes* est souvent aussi, comme dans les crustacés, de consistance rigide et cornée ; il se compose, ainsi que les ailes, chez ces mêmes animaux : 1° d'une matière animale particulière qu'on a nommée *entomoléine*, la même que nous avons déjà nommée chitine dans les crustacés ; 2° d'une autre matière animale propre, qui a reçu le nom de *coccine* ; 3° d'huile colorée diversement suivant les espèces. A ces trois sortes de principes organiques, il faut ajouter de petites quantités d'alumine, de sous-carbonate de potasse, de phosphate de chaux, etc. On voit, par cette composition, que les téguments des insectes ont la plus grande analogie avec la corne des animaux vertébrés. Ce que nous avons dit des conditions de fossilisation de ces derniers organes s'applique donc également aux organes de composition analogue qu'on retrouve chez les insectes. Les insectes n'ont laissé à l'état fossile que de très-rares débris de leur squelette. Dans quelques cas plus rares encore, les ailes, qui ont la plus grande analogie de composition avec les autres parties du squelette tégumentaire, paraissent bien conservées. Les insectes renfermés dans l'ambre sont un cas tout à fait exceptionnel sur lequel nous ne croyons pas devoir insister ici.

§ 42. **Des coquilles des mollusques**, etc. De tous les animaux, ceux qu'on rencontre le plus fréquemment à l'état fossile sont, sans contredit, les mollusques, soit que le nombre de ceux-ci ait été réellement plus considérable que celui des autres animaux, aux différentes époques

géologiques, soit que leur habitude d'existence dans les eaux les ait placés dans des conditions plus favorables de conservation, soit enfin que la nature de leur enveloppe solide en ait rendu la transformation plus facile. La composition chimique du test des coquilles est telle qu'on ne doit pas s'étonner de leur bonne conservation dans les couches même les plus anciennes. Cette composition n'est pas toujours identique dans chaque classe de mollusques, où elle offre des différences dans les genres, dans les espèces. Toute coquille est composée de matière animale et de carbonate de chaux; seulement, les plus compactes montrent une plus forte proportion de ce dernier principe. Voici à peu près les nombres proportionnels qui pourraient représenter la composition chimique de la coquille des mollusques : carbonate de chaux, 95 à 96 pour 100; phosphate de chaux, 1 à 2 ; eau, 1 à 1 et 1/2 ; matière animale, 1. Les coquilles des céphalopodes contiennent bien plus de matière animale que celles des autres classes. Certaines coquilles d'acéphales renferment, outre la matière animale et le carbonate de chaux, du phosphate calcaire, du carbonate de magnésie, de l'oxyde de fer, et même, dans quelques-unes, celles des huitres par exemple, la proportion de matière animale est si minime, qu'à peine en peut-on tenir compte. Cette dernière circonstance nous explique l'énorme quantité d'huitres fossiles qu'on rencontre dans la plupart des couches.

Les téguments testacés des cirrhipèdes et ceux des annélides *tubicoles* offrent, à peu de chose près, la composition élémentaire des coquilles de mollusques.

§ 43. **Carapace testacée, carapace siliceuse**, de certains animaux microscopiques, dits *foraminifères* et *infusoires*, etc. Nous ignorons si, jusqu'à ce jour, on a essayé de faire l'analyse chimique des organes de ces animaux, à l'état vivant. Quel que soit le résultat obtenu, on peut affirmer par avance que ces organes, surtout ceux dont la nature était siliceuse, ont dû offrir, dans tous les cas, les conditions les plus favorables à la fossilisation ; on sait, en effet, que certaines roches, en couches très-étendues dans quelques localités, le tripoli par exemple, sont complétement formées de débris de la carapace siliceuse de ces singuliers animaux.

§ 44. **Des polypiers.** On connaissait déjà, depuis fort longtemps, d'une manière générale, la composition chimique de différents polypiers. Hatchett avait donné dans les *Philosophical Transactions*, vol. XVII, des résultats d'analyses *qualitatives* faites sur des dendrophyllies, des gorgones, des tubipores, etc., et l'on savait, d'après ces analyses, que les polypiers consistaient principalement en carbonate de chaux imprégnant une sorte de membrane de nature gélatineuse, laquelle retenait,

jusqu'à un certain degré, la forme et la structure du zoophyte, après la dissolution de celui-ci dans l'acide azotique. Dans certains polypiers, Hatchett avait trouvé une petite proportion d'acide phosphorique. Les proportions relatives de carbonate de chaux, de phosphate de chaux, et de matière animale avaient paru extrêmement variables dans les différents genres. Depuis Hatchett, M. Silliman jeune a cru devoir soumettre, d'après les moyens plus parfaits que nous possédons aujourd'hui, à de nouvelles analyses plus rigoureuses la composition chimique, non-seulement *qualitative*, mais encore *quantitative*, des zoophytes pierreux. Dans la plupart des coraux calcaires qu'il a examinés, il a trouvé une petite quantité, sur 100, de magnésie, d'alumine, de fer, de silice, d'acide phosphorique et de fluor, outre le carbonate de chaux qui constitue, après qu'on a séparé la matière animale, les 97 à 98 centièmes de la masse totale. La tige cornée de la *Gorgonia setosa* lui a fourni une proportion considérable d'alumine, outre de l'acide phosphorique, un peu de carbonate de chaux et 93 pour 100 de matière animale. Tous ces résultats sont consignés dans un ouvrage de M. Dana, intitulé « *sur la structure et la classification des zoophytes*, » et dans différents endroits du *Journal américain* dirigé par M. Silliman. Nous trouvons une explication suffisante de l'origine des éléments qui composent les polypiers, dans la composition même des eaux de la mer où ils sont appelés à vivre et dans celle des fonds solides où ils fixent leur demeure. Il est inutile de développer ici les transformations successives que les polypiers doivent subir en passant à l'état fossile; ils ne perdent guère, pour passer à cet état, que la quantité variable de matière animale qu'ils contiennent. La composition chimique des polypiers est d'une haute importance en géologie, pour expliquer la formation de couches puissantes qui, dans certains étages, sont presque exclusivement composées de polypiers.

§ 45. Pour compléter ce que nous avons à dire sur la composition chimique comparée des diverses parties organiques qu'on peut rencontrer à l'état fossile, nous ajouterons quelques mots sur celle des coprolites des différentes classes de vertébrés. Nous avons annoncé ailleurs (§ 34) que les coprolites diffèrent entre eux par la forme; ils diffèrent également par la nature chimique, qui se résume dans les principaux chefs suivants : 1° Les coprolites de mammifères (ceux des cavernes de Lunel Viel, par exemple) sont composés, pour 1000 parties, de phosphate de chaux, 625; carbonate de chaux, 150; eau, 120; limon siliceux coloré par l'oxyde de fer, 55; matière organique, des traces, mais en moindre quantité que dans les os; fluorure de calcium, des traces; perte, 50. — 2° Les coprolites d'oiseaux, ceux de Chicopee, par exemple, ont fourni à l'analyse pour 100 : eau, matière organique, urate et sels ve-

latils d'ammoniaque, 10,30 ; chlorure de sodium, 0,51 ; sulfates de chaux et de magnésie, 1,75 ; phosphates de chaux et de magnésie, 39,60 ; carbonate de chaux, 34,77 ; silicate, 13,07. Ces résultats offrent la plus grande analogie avec ceux que fournit le *guano*, matière coprolitique d'oiseaux, non fossile. — 3° Les coprolites de reptiles. — 4° Les coprolites de poissons paraissent composés de phosphate et de carbonate de chaux, jusqu'à 90 pour 100, de phosphate de magnésie, d'oxydes de fer et de manganèse, de silice, de traces de matière animale, etc. Si nous comparons ces différents résultats d'analyses de coprolites empruntés aux quatre classes de vertébrés, nous trouverons que les coprolites de mammifères diffèrent peu de ceux des poissons, et ne s'en distinguent que par la forme ; que, dans les coprolites de reptiles, la quantité de phosphate et de carbonate calcaires paraît moindre ; enfin que, dans les coprolites d'oiseaux, la proportion ou même la seule présence d'acide urique suffira toujours pour les distinguer de ceux de toutes les autres classes. Au reste, la composition générale des coprolites est sensiblement différente de celle de toutes les autres parties organiques et servira à les séparer facilement de celles-ci, quelles qu'elles soient. Ajoutons toutefois qu'il est difficile de se faire une idée exacte de la composition chimique comparée des différents coprolites ; car ces corps n'étaient pas parfaitement compactes et imperméables à l'état frais ; de sorte que, dans la plupart des cas, ils ont été pénétrés, avant de passer à l'état fossile, d'une plus ou moins grande quantité de substances étrangères.

Les considérations qui précèdent, relativement à la composition chimique comparée dans les corps organisés vivants et fossiles, nous conduisent, en résumé, aux principales conclusions suivantes :

La composition chimique n'est pas la même dans toute la série des corps à l'état vivant ; elle varie suivant les grandes divisions du règne animal, suivant les classes, les ordres, les genres, les espèces, ou même suivant les différentes parties d'un même individu ;

Du caractère de la composition chimique dépend essentiellement le caractère physique du corps organisé ; et des deux caractères réunis découle essentiellement l'une des conditions les plus importantes de la fossilisation ;

La composition chimique est telle, même à l'état fossile, que dans le plus grand nombre de cas, on peut déterminer, par les seuls caractères qu'elle fournit, le rang zoologique du corps fossile ;

D'autres considérations qui seront développées dans le cours de cet ouvrage nous montreront que, par la composition chimique, on peut déterminer jusqu'à un certain degré, l'âge géologique du fossile ;

Enfin la composition chimique comparée des différents fossiles nous

fournira de très-utiles renseignements sur les circonstances qui ont pu accompagner la formation de certaines couches fossilifères.

†† Substances minérales fossilisantes.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, la conservation d'un corps organisé dans les couches terrestres dépend de sa nature plus ou moins résistante, de sa composition chimique et des milieux qui l'entourent lors de son enfouissement dans les couches terrestres. Que les sédiments soient produits par le lavage des continents ou par la trituration des côtes maritimes due à l'action de la mer, il n'en est pas moins vrai que les sédiments déposés par les eaux sont les plus puissants agents de conservation des corps. Or les éléments arrachés aux roches préexistantes sont principalement pierreux ou terreux, tandis que les roches salines métalliques ou combustibles sont des exceptions. Aux premiers se rapportera la silice, aux seconds le carbonate de chaux. Les deux substances qui forment la majorité des fossiles, sont la silice et plus spécialement le calcaire (§ 45). La plupart des fossiles paléozoïques, jurassiques, crétacés ou tertiaires sont à l'état de carbonate de chaux. Tantôt cette substance minérale y est à l'état grossier, tantôt à l'état compacte, tantôt à l'état spathique. Lorsque la dépouille animale présentait une cavité assez large pour permettre au sédiment grossier de s'introduire, celui-ci a pénétré, en remplissant l'intérieur, et l'enveloppe testacée, déjà composée de carbonate de chaux, s'en est assimilé une nouvelle quantité arrachée au sédiment environnant et qui est venu remplir les vides laissés par la soustraction de la matière animale ; aussi le test est-il généralement plus compacte dans les fossiles que les cavités intérieures qu'il circonscrit. Lorsqu'au contraire, le corps organisé ne présentait aucune cavité à remplir, et seulement une masse solide à minéraliser, cette minéralisation n'a pu s'opérer qu'au moyen de molécules très-fines, et alors la totalité de cette masse a passé à l'état de carbonate de chaux compacte. Lorsqu'enfin ce remplissage s'est fait dans des circonstances favorables au groupement régulier des molécules fossilisantes, le carbonate de chaux a pris la forme spathique. Cette forme est plus fréquente dans les anciens terrains. Dans les fossiles tertiaires, le carbonate de chaux est, pour ainsi dire, resté ce qu'il était à l'état vivant ; seulement le test est devenu plus poreux, par l'ablation de la matière animale qu'il contenait à l'état vivant ; et le carbonate de chaux en est plutôt terreux que compacte.

§ 46. La silice, bien que plus rare que le carbonate de chaux dans les fossiles, est cependant encore assez fréquente, beaucoup plus du moins qu'aucune autre des substances minérales qui vont suivre. Comme le calcaire, la silice peut être tenue dans les eaux à l'état de dissolution

ou à l'état de suspension fine, ou enfin à l'état de sédiment grossier. A ce dernier état, la silice provient de la désagrégation, de la trituration par les eaux, de roches préexistantes ; elle constitue les grès, les sables, etc. Les fossiles à l'état de grès ne sont pas rares ; mais on ne les rencontre qu'à l'état de moules intérieurs, remplissant, par exemple, des coquilles de mollusques ou tout autre corps à cavités libres intérieures ; la matière siliceuse, trop grossière pour pénétrer la coquille, n'a fait que remplir la cavité qu'elle circonscrit. Dans la plupart des cas, cette coquille elle-même a disparu en laissant un vide (§ 24) ; car les couches de grès sont essentiellement perméables aux eaux, et celles-ci ont ainsi pu facilement entraîner ou même dissoudre la matière calcaire des corps organisés seulement ; aussi est-il rare de rencontrer des fossiles entiers, convertis en grès. On doit remarquer que dans plusieurs localités, les fossiles des grès sont en carbonate de chaux. La silice à l'état de division fine paraît avoir été beaucoup plus puissante pour pénétrer les substances organisées, et dans tous les cas où un fossile se présente à l'état siliceux, la silice, pour remplir ce fossile, semble avoir subi une véritable dissolution ; du moins présente-t-elle toujours les caractères physiques généraux qui se sont formés sous de telles circonstances. Tels sont les quartz hyalin, compacte, vitreux, incolore, diversement imprégnés de substances métalliques étrangères, quartz-agate, calcédoine, cornaline, etc., quartz-silex, pyromaque, corné, etc., quartz-jaspe, quartz-résinite, etc.

§ 47. Nous pourrions placer ici, comme substance minérale fossilisante d'une certaine fréquence, le sulfure de fer (pyrite ou sperkise). Certaines couches des terrains jurassiques ou crétacés paraissent contenir une énorme quantité de fer à l'état de sulfure, et dans ces couches comme dans celles qui contiennent beaucoup de silice, ce sont les corps organisés qui en contiennent les plus fortes proportions ; même en certains cas, les fossiles en sont totalement pénétrés, tandis que les couches qui contiennent ces fossiles n'en présentent que fort peu. Les fossiles à l'état de fer sulfuré abondent surtout dans certaines couches des étages jurassiques, dans l'étage liasien de Vieux-Pont (Calvados), dans l'étage callovien des Vaches-Noires, dans l'étage néocomien des Hautes-Alpes, etc. Les corps ainsi pénétrés appartiennent à toutes les classes d'animaux, mais principalement aux ammonites.

On sait jusqu'à quel point abondent, dans l'argile bleue de Shepey, les graines fossiles à l'état de pyrite.

La décomposition des pyrites de fer a quelquefois donné lieu à un accident de fossilisation fort remarquable. On voit, dans certaines couches, des fossiles entièrement convertis en soufre natif, et ce corps simple, qu'on ne peut guère supposer avoir remplacé *à priori* les

corps organisés, s'y trouve ainsi, sous l'influence de certaines forces, au nombre des substances minérales fossilisantes. M. Braun (1) cite, sur le territoire des communes de Willel, Libros et Riodeva, dans la province de Teruel (Aragon), une couche régulière de marne gypseuse imprégnée de soufre, dont la partie inférieure contient une immense quantité de restes organiques, surtout des *Planorbes*, quelques lymnées, etc., avec leurs moules intérieurs formés par le soufre. Très-souvent leur test se trouve parfaitement conservé. La partie supérieure contient aussi de nombreux fossiles, mais ils sont presque entièrement confondus dans la roche mélangée de soufre et de marne bitumineuse, contenant 50 à 70 0/0 de soufre.

§ 48. Les substances minérales beaucoup plus accidentelles que les précédentes, dans les fossiles, sont : parmi les substances terreuses, la *barytine* (sulfate de baryte). Il existe, aux environs d'Alençon, un gisement de fossiles ainsi convertis en sulfate de baryte, consistant en polypiers (*astræa*) et en coquilles bivalves (*lima*). Ces fossiles forment des masses disséminées au milieu d'un sable argilo-ferrugineux qui contient quelques grains de feldspath, sur le granite et au-dessous du calcaire oolitique. M. Delanoue a rencontré, près de Nontron (Dordogne), un calcaire magnésien contenant des bélemnites dont la substance a été remplacée par de la barytine. On trouve, dans la même localité, des tellines et autres coquilles converties en cette substance. Plusieurs localités en Angleterre contiennent également des fossiles barytiques.

On voit dans certains endroits du Derbyshire, en Angleterre, des fossiles à l'état de fluorine (chaux fluatée), particulièrement des crinoïdes et quelquefois aussi des mollusques testacés.

Le *gypse* (sulfate de chaux hydratée) remplit rarement les fossiles creux. Les ossements de vertébrés qu'on rencontre en abondance dans les gypses tertiaires de la France en offrent rarement, à l'analyse, la moindre parcelle. Toutefois on rencontre des cristaux de gypse dans la cavité de certaines coquilles.

§ 49. La série des substances minérales désignées, en général, sous le nom de *pierres*, et composée en grande partie de silicates à bases terreuses multiples ne se rencontrent pas à l'état fossile, excepté le quartz et ses variétés, qu'on fait rentrer dans cette grande classe. On cite néanmoins des moules de fossiles testacés, à l'état de *hornblende*. La plupart des *pierres* sont des substances essentiellement cristallines, et dont la cristallisation s'est opérée par fusion ignée ou par sublimation. On conçoit que la présence de corps organisés est impossible au milieu de semblables agents; car en supposant même qu'ils

(1) Bull. Soc. géol., vol. 12, p. 172.

eussent existé dans les couches aujourd'hui pénétrées de ces sortes de substances ignées, la chaleur produite lors de la production de celles-ci, les aurait infailliblement anéantis.

§ 50. Les substances métalliques sont plus fréquentes dans les fossiles. Nous avons vu les fossiles à l'état de sulfure très-abondants dans certaines couches. Les corps organisés convertis en *limonite* (fer peroxydé hydraté), ne sont peut-être pas moins abondants : du moins sont-ils plus généralement répandus dans la série des terrains. Souvent les fossiles à l'état de limonite ne sont que des épigénies formées aux dépens de fossiles d'abord pyriteux et dont le soufre aurait disparu pour faire place à l'oxygène. D'autres fois les corps organiques ont été convertis directement en limonite ; c'est le cas des fossiles qu'on rencontre en grand nombre dans certaines couches oolitiques, à la formation desquelles le fer n'a pas moins de part que le calcaire ou d'autres substances non métalliques. La limonite se trouve ordinairement à l'état terreux ou compacte ; aussi est-ce à cet état que se rencontrent les fossiles convertis en cette substance.

Il existe également des fossiles à l'état de fer *oligiste* (sesquioxyde de fer). Tout le monde connaît ces coquilles si remarquables de cardinia, de lima, de gastéropodes et de polypiers, qu'on voit en immense quantité dans la lumachelle ferrugineuse de l'étage sinémurien de Beauregard (Côte-d'Or). Le test de ces fossiles singuliers est complétement converti en fer oligiste très-cristallin et lamellaire, de la variété dite *spéculaire*. Quelques-uns sont simplement à l'état d'oligiste rouge terreux ; d'autres à l'état de limonite. Jamais l'intérieur de ces bivalves ainsi minéralisées n'est rempli lui-même par le fer oligiste spéculaire.

Le **fer vivianite** (fer phosphaté, fer azuré) se rencontre quelquefois dans les fossiles, en remplissant la cavité, tapissant cette cavité de cristaux, ou plus rarement y prenant la place du test lui-même. Les fossiles convertis en vivianite nous offrent, comme nous l'avons déjà vu ci-dessus, un magnifique exemple d'épigénie minérale. Le phosphate de chaux qui constituait la plus grande partie du corps organique à l'état vivant, a fini par perdre en totalité sa base alcaline, l'oxyde de calcium, pour s'attribuer une autre base métallique, l'oxyde de fer ; de là, formation du phosphate de fer. Ces sortes d'épigénies sont peut-être plus fréquentes qu'on ne le pense ; seulement, dans un grand nombre de cas, la transformation chimique s'est faite de telle sorte que la structure organique ou les formes extérieures des fossiles ont été anéanties ; c'est alors surtout qu'on a la vivianite pulvérulente, si fréquente dans certains terrains abondants en débris organiques. Il existe en Crimée un dépôt tertiaire où se trouvent des coquilles dont le test est en partie conservé avec sa substance primitive,

tandis que l'intérieur est rempli de cristaux diversement entre-croisés de vivianite prismatique bleu foncé. Nous possédons de magnifiques échantillons ainsi tapissés de cristaux de fer phosphaté, qui nous ont été donnés par M. Hommaire de Hell.

A la Bouiche, en Bourgogne, on a trouvé des vertébrés fossiles dont l'intérieur était tapissé de cristaux de cette substance. Le fer phosphaté bleu pulvérulent revêt quelquefois, sous forme de belles taches bleues, la surface de certaines coquilles; tels sont quelques échantillons de Grignon, près de Versailles. Dans ces sortes d'épigénies, on rencontre encore quelques traces de matière organique: ainsi M. Thompson a trouvé, dans un échantillon de vivianite, 2,80 sur 100 de cette matière. Enfin, on rencontre, dans certaines couches, des fragments d'ivoire, des dents ou autres parties de divers animaux pénétrés de fer phosphaté, qui leur a donné une couleur bleue. Cette couleur les a fait comparer aux *turquoises* orientales, qui ne sont autre chose que des substances pierreuses colorées par de l'oxyde de cuivre, et susceptibles de recevoir un beau poli. Les fausses turquoises (calaïtes), qui seules doivent nous occuper ici, ne présentent pas une transformation organique complète. Le phosphate de fer y existe en faible quantité, proportionnellement au phosphate de chaux qui subsiste encore.

Sidérose (fer carbonaté). Cette espèce minérale n'existe guère dans les fossiles qu'à l'état lithoïde ou compacte. Tout le monde connaît ces sortes de masses sphéroïdales aplaties ou noduleuses, irrégulières, de fer carbonaté dont la grosseur est variable, qu'on rencontre quelquefois en grand nombre dans certaines couches de l'étage carboniférien, souvent disposées sur des plans parallèles à la stratification. Ces masses arrondies (*sphérosidérites*, *fer oolitique des houillères*) sont pleines et compactes; mais on remarque souvent qu'elles se composent de couches concentriques, et qu'au milieu se trouvent, parfois, des corps organisés, des poissons fossiles. Ces nodules de fer carbonaté lithoïde ne sont pas exclusifs aux terrains houillers. On voit dans l'étage liasien, au milieu d'argiles très-fines, aux environs de Nancy (Meurthe), par exemple, des nodules semblables, contenant un échantillon d'ammonite, ou beaucoup d'autres coquilles.

Le cuivre fournit quelques-unes de ses espèces au remplissage des corps organisés; la *chalkopyrite* (sulfure double de cuivre et de fer) paraît même avoir, sous ce rapport, quelque fréquence. C'est surtout dans les terrains triasiques que les émissions sulfocuivreuses (si telle est l'origine du cuivre qu'on rencontre en certaine abondance dans ces terrains) paraissent avoir exercé une action plus marquée. Les schistes bitumineux de Mansfeld contiennent de nombreuses empreintes de poissons dont les écailles sont à l'état de cuivre sulfuré. Bergmann a cité une ano-

mie complétement convertie en cuivre sulfuré, qui aurait été trouvée en Norwège, dans une gangue de minerai de fer magnétique (?). Enfin, on dit qu'il existe en Sibérie des végétaux transformés en chalkopyrite. La *chalkosine* (cuivre sulfuré) existe à Frankenberg (Hesse), sous forme de petites masses ovales et aplaties, dont la surface présente des espèces d'écailles imbriquées à la manière des cônes de pin. Cette configuration a fait penser à quelques naturalistes que les types de cette pseudomorphose pourraient bien être des portions de cônes de pin, qui auraient été pénétrées ou même remplacées par le cuivre sulfuré. D'autres croient que ce sont les épis d'une espèce de graminée, le *Phalaris bulbosa* de Linné. Quoi qu'il en soit, cette variété de cuivre sulfuré qu'on a nommée, dans le pays, argent en épis, se trouve dans des filons qui traversent le terrain primitif, et reposent sur une gangue argileuse. Ces deux circonstances semblent exclure l'idée que la pseudomorphose ait été produite sur une substance végétale, ou pour mieux dire sur une substance organique. Bien que le remplissage des végétaux par les substances minérales ne rentre pas essentiellement dans notre sujet, puisque nous n'avons pas à traiter des végétaux fossiles, nous n'avons cependant pas hésité à citer quelques bons exemples de minéralisation organique, empruntés au règne végétal. Rien ne s'oppose à ce que des animaux fossiles aient pu subir les mêmes modes de transformation ; car les uns et les autres appartiennent au règne organique. Enfin on cite des fossiles transformés en azurite et en malachite, entre autres des végétaux en Sibérie.

Le plomb est représenté, dans les fossiles, par la galène (plomb sulfuré). Il existe aux environs de Semur (Côte-d'Or) des huitres complétement transformées en cette substance; mais, le plus souvent, elle a été trouvée seulement en cristaux disséminés dans des végétaux. On cite également une belle impression de feuille découverte sur du plomb sulfuré, dans les houillères de Zwickau.

Il existe, dans certains districts du Mississipi supérieur, riches en gisements de plomb, des calcaires dont les fossiles sont remplis de galène.

Le **mercure** cinabre (mercure sulfuré), plus ou moins mélangé de substances impures, remplit quelquefois les cavités de coquilles de mollusques; rarement il remplace la substance même de leur test. Le mercure sulfuré appartient aux terrains palæozoïques, les roches qui le renferment en plus grande abondance sont le grès houiller proprement dit, le grès quartzeux, les schistes bitumineux et les argiles endurcies subordonnées au calcaire qui recouvre la première de ces roches. Presque toujours, dans ce dernier gisement, le mercure sulfuré est accompagné de débris de corps organisés, tels qu'empreintes de poissons, coquilles fossiles, bois silicifié, petits amas de houille et d'anthracite.

Le zinc présente deux espèces principales ayant quelque abondance dans la nature : la *calamine* (zinc silicaté) et la *blende* (zinc sulfuré). La calamine, dans beaucoup de pays, existe en véritables couches étendues ; on a cru reconnaître dans ces couches ou dans les dépôts qui leur étaient immédiatement superposés des échantillons de cette substance remplissant des coraux ou des coquilles. Bergmann assure aussi avoir vu de la blende sous forme de coraux. Ces deux faits, ou du moins le dernier, sont sujets à controverse.

Il nous resterait, pour terminer la liste des substances minérales rencontrées jusqu'à ce jour dans les fossiles, à parler de certaines substances charbonneuses qui remplacent quelquefois les corps organisés enfouis dans les couches. Telles sont, en particulier, les substances bitumineuses ; mais comme, dans ce cas, la matière de remplissage provient de la décomposition même des principes charbonneux dont le corps de l'animal était en partie formé à l'état vivant, nous en parlerons, plus tard, en traitant du processus ou procédé de la fossilisation.

††† Processus de fossilisation.

La **fossilisation**, ou pour mieux dire, le *processus* de la fossilisation est une sorte de phénomène par lequel un corps organisé perd plus ou moins de sa nature primitive et *normale* pour se convertir en une substance nouvelle qui, sous la forme du corps organisé lui-même, présente des caractères de composition chimique ou de structure plus ou moins différente du corps originaire. On distingue plusieurs modes de fossilisation. On connaît plusieurs procédés de fossilisation.

§ 51. **Fossilisation par altération** ou mieux par *ablation* simple. Le corps organique perd une partie de ses éléments premiers, et en général, d'abord sa matière animale plus vite décomposable et volatile. C'est le cas de la plupart des fossiles récents des cavernes, des coquilles contemporaines, etc. Ce mode de fossilisation semble être le premier passage par lequel le corps organisé qui doit devenir plus complétement fossile, commence ses phases de transformation.

§ 52. **Fossilisation par incrustation**, à la surface. C'est une sorte de procédé mécanique dont l'effet est de recouvrir, d'envelopper, et même jusqu'à un certain point de pénétrer un corps par une substance minérale, qui vient se montrer à sa surface, comme des cristaux d'un sel se groupant autour d'un fil qu'on suspend dans une dissolution saturée. Après cette incrustation, le corps intérieur peut avoir disparu par une cause quelconque, ou bien avoir échappé à la destruction et subsister avec toutes ses formes et sa nature première. Le corps intérieur, totalement détruit, a laissé après lui un vide qui représente sa configuration extérieure ou intérieure et un nouveau mode de fossilisation s'ajoute

alors au premier, celui de la *pénétration*, que nous aurons occasion d'expliquer tout à l'heure. Les substances minérales incrustantes sont principalement le carbonate de chaux et la silice. On sait que le carbonate de chaux est soluble dans l'eau ordinaire, à la faveur d'un excès d'acide carbonique. Toutes les eaux contiennent de l'acide carbonique; il en est même qui en contiennent plusieurs fois leur volume : mais à l'air et à la température ordinaire, l'excès d'acide, en vertu de sa force élastique, ne tarde pas à reprendre l'état de gaz, ce qui explique très-bien comment les eaux acidulées ou gazeuses forment des incrustations sur les corps qu'elles baignent. Telles sont, par exemple, les eaux de Saint-Philippe en Toscane, de la fontaine de Saint-Allyre, près de Clermont. Lorsque l'incrustation est longtemps prolongée, elle ne tarde pas à se communiquer, de proche en proche, dans l'intérieur de la masse du corps incrusté ; et, alors, au premier phénomène vient s'ajouter celui de la *pénétration*. Peu de fossiles sont simplement à l'état d'*incrustation*.

On a encore quelques autres exemples de substances minérales incrustantes, comme les sulfures de fer ou de cuivre, la limonite, etc., mais ces cas sont beaucoup plus rares. On cite toutefois de fort beaux exemples de concrétions pyriteuses dans certains terrains (les argiles de Dives, l'argile plastique tertiaire, etc.). Dans ce dernier étage, les corps organisés, enveloppés de la croûte pyriteuse, sont *altérés*, mais non pas complétement *remplacés*. Cette croûte elle-même est essentiellement tuberculeuse, mamelonnée, ce qui ne permet aucun doute sur son mode de formation.

§ 53. **Fossilisation par introduction mécanique** grossière. Ce mode de fossilisation se rapporte principalement aux corps organiques dont l'enveloppe, osseuse, cornée ou testacée, présente une cavité plus ou moins close, munie toutefois d'ouvertures qui permettent une entrée facile aux matières des sédiments environnants. On rencontre ce mode de fossilisation dans la plupart des mollusques fossiles dont le test circonscrivait une cavité intérieure plus ou moins complète où pouvait s'opérer très-librement l'introduction mécanique des substances minérales environnantes. Le test, dans ces corps, est assez résistant ; les substances minérales introduites pouvaient en prendre facilement la forme, en donnant ainsi naissance à ces sortes de noyaux de remplissage que nous avons appelés des *moules intérieurs* (§ 26). Le test ainsi enveloppé à l'extérieur, rempli à l'intérieur, perd insensiblement, sous l'influence de certaines circonstances environnantes, une partie de ses éléments constituants. Ces cas se présentent fréquemment ; mais en général le test a acquis de nouveaux principes empruntés à la couche elle-même qui l'enveloppe.

§ 54. **Fossilisation par pénétration moléculaire**, ou en quelque sorte par introduction plus intime de matières beaucoup plus ténues. La pénétration est une sorte de filtration des matières solides au travers de la masse organique. Elle accompagne souvent les incrustations chez lesquelles il est rare que la matière incrustante s'en tienne à la surface extérieure. Peu de fossiles ont échappé à son influence; car, dans tout liquide chargé de sédiments, les particules sédimentaires peuvent se trouver à un état d'extrême division, voisine, pour ainsi dire, de l'état de dissolution. Un sédiment très-fin n'aura pas de peine à *pénétrer* des substances déjà altérées, et chez lesquelles le déplacement des premiers éléments qu'aura entraîné la décomposition, aura laissé, par là même, de nombreux vides intermoléculaires. Toutefois la matière animale peut être *pénétrée* de substances minérales sans rien perdre, pour ainsi dire, de ses éléments organiques; ce qui distingue ce procédé d'un autre, celui de la *substitution*, où la perte des éléments est plus ou moins complète. Enfin, pour bien distinguer la pénétration de l'introduction, il nous suffira d'ajouter que celle-ci a lieu dans les cavités qui lui sont offertes, tandis que celle-là se fait au travers des parois elles-mêmes de ces cavités, ou encore au travers des corps pleins dans toute leur masse. Un seul exemple fera comprendre cette distinction. On rencontre souvent des ammonites dont la dernière loge, celle qui est immédiatement en rapport avec le milieu environnant, se trouve remplie par des cassures, de la pâte plus ou moins grossière qui forme la couche où elles ont été déposées, tandis que les autres loges sont remplies d'une pâte fine, ou même seulement tapissées de cristaux. La substance minérale qui remplit la dernière loge est ici une substance *introduite;* celle qui remplit les loges subséquentes et qui est souvent d'autant plus fine que les loges sont plus éloignées de la première, ainsi que les cristaux eux-mêmes, a *pénétré*, au contraire, à travers la coquille du céphalopode.

§ 55. **Fossilisation par substitution** : un élément étranger pénètre dans la substance organique, pour y remplacer mécaniquement un ou plusieurs éléments, ou même pour y remplacer le corps total. Ce cas est assez rare, car, dans la plupart des corps organisés qui paraissent au premier aspect complétement remplacés, on rencontre encore des indices de matière animale; tels sont, par exemple, des térébratules et des productus des roches siluriennes de Malvern, qui ont laissé pour résidu de légers flocons de matière animale ressemblant à la membrane fraîche d'une coquille.

On sait aussi que dans les bois silicifiés, qui offrent l'un des meilleurs exemples de minéralisation connus, la matière végétale existe encore, suivant les expériences de Parkinson.

Les coquilles remplacées par le fer oligiste de Sémur fournissent peut-être le plus bel exemple de substitution totale.

§ 56. **Fossilisation par conversion chimique.** Ici le procédé n'est plus mécanique, comme dans la plupart des cas précédents. Des lois secrètes, que nous ne connaissons encore que par leur effet, président à ce nouveau mode de fossilisation. Tantôt la conversion chimique s'exerce sur les éléments organiques eux-mêmes qui constituent le corps soumis à cette sorte de conversion. Ces éléments entrent alors dans de nouvelles combinaisons donnant lieu à des corps composés nouveaux qui conservent toutefois la forme première; telle serait, par exemple, la conversion de certains animaux en bitume. Parfois d'autres éléments extérieurs arrivent pour se combiner aux éléments existant déjà; enfin, tantôt la conversion chimique est partielle, tantôt elle est complète.

§ 57. **Fossilisation par transformation** de la structure intérieure. C'est un simple accident de cristallisation par lequel les molécules ont pris un nouvel arrangement et se sont groupées entre elles, suivant des faces ou dans des directions électives, propres à chaque espèce minérale; accident fréquent à l'état fossile. Le carbonate de chaux, qui constitue en grande partie le test des coquilles, et qui présente généralement une structure compacte, rarement fibreuse, à l'état vivant, acquiert ainsi, dans les fossiles une structure lamellaire, souvent même spathique, et quelquefois nettement fibreuse, chez certaines espèces. Souvent les substances organiques solides, en passant à l'état fossile, au lieu de perdre complétement leur structure organique première, changent seulement quelques-unes de leurs propriétés physiques. Tel corps, d'opaque qu'il était (des *astartés* de l'étage oxfordien) devient translucide ou même transparent; tel autre est plus cassant, tel autre plus léger, et ainsi de suite.

§ 58. Après avoir décrit les divers modes de fossilisation, il nous sera facile d'expliquer le *processus* lui-même de la fossilisation. Dans tous les cas précédemment supposés, la fossilisation n'a pu se faire que par l'un des trois procédés suivants, et quelquefois par deux ou les trois réunis : par voie *mécanique*, par voie *galvanique*, par voie *électro-chimique*.

Si, de nouveau, nous passons en revue ces divers modes de fossilisation qui, comme nous le verrons plus tard, varient pour chaque fossile, suivant l'espèce, suivant le milieu environnant et suivant les substances minérales qui ont fourni à leur transformation; si nous cherchons les causes qui ont amené leur changement, ce phénomène si simple en apparence nous apparaîtra plus complexe, car à ce phénomène se rattache, pour ainsi dire, toute l'histoire de la formation et des transformations des couches solides.

Lorsque les corps organisés simplement livrés à eux-mêmes sont exposés à l'action des agents extérieurs et à l'influence directe de l'air atmosphérique après leur mort, la décomposition en est complète. La simple *altération* des corps fossiles est donc un phénomène naturel essentiellement lié aux lois de décomposition qui régissent l'ensemble du règne organique. Lorsqu'en effet les matières animales ou végétales humides sont abandonnées à elles-mêmes à la température ambiante, bientôt leurs principes se séparent. Les uns se combinent dans un autre ordre et donnent lieu à beaucoup de produits, parmi lesquels on compte l'eau, le gaz carbonique, l'acide acétique, l'ammoniaque, l'hydrogène carboné, etc.; les autres qui se dégagent, sont formés avec ceux-ci et emportent eux-mêmes une portion de la matière à demi décomposée. Quand la matière organique a le contact de l'air libre, elle finit par se dissiper ainsi tout entière; mais lorsqu'elle est enfouie dans la terre immergée, ou enveloppée dans les sédiments sous-marins, quelques-uns de ces éléments subsistent encore dans ces milieux après la décomposition, et c'est sans doute à la présence des substances animales désagrégées et disséminées après leur décomposition qu'il faut attribuer l'odeur fétide, tantôt bitumineuse, tantôt alliacée, tantôt ammoniacale, etc., que répandent certaines roches, lorsqu'on les casse ou qu'on les frotte, les calcaires noirs, carbonifères, par exemple, et en général les roches composées d'une grande quantité de débris organiques.

Enfin, lorsque la matière animale, outre les parties charnues, vasculo-cellulaire, molle, etc., contient des parties solides salines, à bases terreuses ou alcalines, celles-ci sont les dernières à subir une décomposition totale. Elles perdent d'abord leurs principes volatils, tels que ceux que nous avons énumérés ci-dessus. Leurs autres principes plus fixes, finiront bien à la longue par disparaître eux-mêmes, mais ils résistent longtemps. Lorsqu'après leur première altération par la perte de quelques-uns de leurs éléments, les os fossiles sont plus poreux, plus légers, plus cassants, et que les sédiments viennent à les envelopper, ils offrent tous les éléments nécessaires à une conservation complète. N'oublions pas qu'au nombre des principes constituants qui résistent le plus longtemps à la décomposition dans les animaux, il faut citer principalement les phosphates et carbonates de chaux, le phosphate de magnésie, des traces d'alumine, de silice, d'oxyde de fer, etc., principes que nous avons rencontrés dans les os des vertébrés, et dans les enveloppes cornées ou testacées des animaux appartenant aux autres grandes classes du règne animal (§ 37, 38).

L'introduction, comme la pénétration, sont des procédés de fossilisation faciles à comprendre. Nous ne nous y arrêterons pas plus longtemps.

Nous ajouterons seulement ici que l'altération par décomposition putride ou par soustraction simple, prépare généralement les fossiles à la pénétration, et que celle-ci sera, dans tous les cas, d'autant plus prompte et plus facile que le corps lui-même sera plus poreux et conséquemment plus perméable. Il est même assez difficile de concevoir qu'un corps, une coquille de mollusque, par exemple, puisse être pénétré de substances étrangères, s'il n'a pas préalablement perdu quelques-uns des principes qu'il contenait à l'état vivant.

§ 59. *La substitution* dans les fossiles n'a de mécanique que le transport des molécules substituées; mais les forces qui président à ce transport sont compliquées et difficiles à saisir. Nous croyons que l'électricité de contact et l'électricité par influence jouent ici un grand rôle, pour déterminer le départ premier des molécules qui vont s'unir à la substance organique, pour en déplacer des substances déjà existantes et y former quelquefois de nouvelles combinaisons. A ce moment commence l'affinité chimique, et les deux forces réunies (peut-être n'est-ce qu'une seule et même force accusée par des résultats un peu différents) contribuent à former lentement les modifications qu'ici nous avons désignées sous le nom de substitutions. Le galvanisme et l'électro-chimie ont été encore bien peu étudiés sous le rapport de leur influence dans les phénomènes naturels; mais les savantes expériences de M. Becquerel à ce sujet ont déjà fait faire un grand pas à la science, et nous voyons du moins clairement, dès aujourd'hui, ce qui nous reste à faire pour compléter nos documents sur ce sujet. L'attraction électrique jointe aux affinités chimiques nous fournit d'excellents moyens pour expliquer la substitution dans les fossiles, et ces forces cachées sont, sans doute, plus générales qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

Dans les substitutions électro-chimiques, le corps organisé représente probablement, par rapport au milieu ambiant, l'un des pôles d'une pile voltaïque dont le milieu serait le pôle opposé positif ou négatif; fait d'autant plus vrai qu'un grand nombre des substances minérales qui entrent dans la composition des fossiles pétrifiés sont insolubles par les moyens connus; que leur transport n'a pu, par conséquent, se faire par un moyen simplement mécanique ou chimique, et que la substance elle-même du fossile est souvent totalement différente de celle des couches environnantes. On dit, dans ces cas-là, que le corps organisé a servi de point de départ à la matière minérale tenue en dissolution ou en suspension qui est venue se grouper autour d'un centre ou d'un axe, comme des cristaux d'alun, par exemple, ou de sulfate ferrique autour des corps étrangers qu'on introduit quelquefois dans leurs dissolutions, pour les faire cristalliser; or, qu'est-ce que ce point de départ ou cette sorte d'attraction moléculaire, sinon une dépen-

dance des effets électro-chimiques? Nous rencontrons à chaque pas, dans les couches fossilifères, des exemples remarquables de ces sortes de phénomènes, postérieurement à leur dépôt, ou même se continuant encore de nos jours. Il n'y a rien en cela d'étonnant. La diversité des éléments dont se composent les roches, la nature des fossiles à l'état vivant, qui diffère totalement de celle de ces roches elles-mêmes, le degré plus ou moins grand d'humidité qu'elles renferment, deviennent en certaines circonstances, les éléments d'autant de piles qui donnent lieu à des courants électriques puissants, quoique imperceptibles. Grand nombre d'oolites ont été ainsi formées; les sphérosidérites, les incrustations pyriteuses, les silex noduleux enveloppant des corps organisés, etc., sont dans le même cas. On sait que la plupart des grains oolitiques contiennent à leur centre un grain de sable, ou un petit corps organisé qui a servi probablement de centre d'attraction à la matière oolitique. Autour de ce centre se sont groupées plusieurs couches concentriques successives de cette matière. Les oolites calcaires et les oolites ferrugineux sont dans le même cas. Les rognons sphéroïdaux plus ou moins réguliers de fer carbonaté lithoïde qu'on rencontre dans les terrains houillers (aussi nommés fer oolitique des houillères), ont une origine analogue. Ces sphéroïdes sont pleins et compactes, mais on remarque qu'ils se composent d'une croûte formée par la réunion de plusieurs couches enveloppantes qui se séparent en calottes creuses. Ordinairement l'intérieur en est rempli de cristaux de quartz de chaux carbonatée; plus souvent, il contient des corps organisés.

Nous avons parlé de l'origine des rognons de silex qu'on rencontre abondamment dans divers terrains, comme les silex pyromaques de la craie, etc. Ce sujet a fixé longtemps l'attention des géologues, et plusieurs opinions plus ou moins différentes ont été émises sur leur mode de formation. Nous ne voyons là qu'un phénomène purement électrique dont les forces multipliées ont agi, à l'époque de la formation des couches et postérieurement à leur dépôt.

§ 60. Un autre phénomène non moins général et non moins puissant que les forces électro-chimiques, le galvanisme et l'électricité simple, a dû présider au remplissage des fossiles; c'est l'électro-magnétisme. Le phénomène de la substitution, des incrustations et, en partie, de la conversion chimique, que nous avons vu emprunter à l'électro-chimie des forces dont les résultats sont pour nous irrécusables, est aussi, dans quelques cas, étroitement lié avec l'électro-magnétisme; mais c'est surtout à cette dernière série d'agents souterrains qu'il faut rapporter la transformation cristalline et les accidents divers de cristallisation qu'on rencontre si fréquemment dans les fossiles, et surtout dans les fossiles des anciens étages. On sait combien sont décisives les expériences faites, depuis

quelques années, en Angleterre, sur la puissance, la direction, la nature des courants magnétiques dans l'intérieur des roches, et sur les effets produits par de tels courants. Ces courants ont une action directe sur la formation des minéraux et sur la transformation moléculaire des roches qu'ils traversent. Peut-être ces sortes d'effets s'expliquent-ils par la filtration au travers des masses minérales d'eau chargée principalement de dissolutions métalliques. Les minéraux se déposeraient ainsi suivant leurs conditions électriques, et la direction des dépôts serait influencée par celle du méridien magnétique. On sait aussi que cette direction a une tendance générale de l'est à l'ouest, du nord-est au sud-ouest. On connaît, du reste, les travaux de M. Becquerel à ce sujet ; ils sont antérieurs à tous les autres dans le même genre. Les forces électro-magnétiques paraissent agir avec plus d'intensité dans les terrains les plus anciens ; leur action dans ces terrains agit sans doute encore de nos jours autant qu'elle a agi aux époques anciennes. Là, sont les plus nombreux filons, veines ou masses minérales et principalement métalliques. Les roches sédimentaires ont rarement conservé, dans ces terrains, leur texture première, grossière, compacte, terreuse ; elles y sont devenues plus ou moins cristallines, lamellaires ; leur couleur a changé, et les fossiles qu'elles contiennent ont généralement passé à un état cristallin, qui contraste même, dans nombre de cas, avec la texture moins cristalline des roches elles-mêmes qui les contiennent. Tels sont, par exemple, les marbres bélemnitifères de la Tarentaise, et les calcaires coralliens des environs de la Rochelle.

Les corps organisés qui se détachent ainsi nettement de la masse, étaient probablement déjà fossiles quand a commencé sur eux l'action électro-magnétique ; elle n'a fait ainsi que transformer leur structure intérieure, sans ajouter de nouveaux éléments à la pétrification. C'est aussi aux forces incessantes de l'électro-magnétisme souterrain, qu'il faut rapporter ces filons qu'on voit quelquefois sillonner, dans tous les sens, la plupart des fossiles de certaines localités. Nous possédons de nombreux échantillons ainsi traversés de petits filons, provenant des étages carbonifèrien, liasien, albien, etc., etc. Ce singulier phénomène s'observe surtout d'une manière remarquable à Mont-de-Lans (Isère), sur des échantillons de bélemnites. Tantôt le filon participe de la nature même de la substance minérale qui remplit le fossile ; tantôt ces filons sont de nature différente, le plus souvent quartzeux ou métalliques. Ces faits sont au plus haut point dignes de notre attention, et nous expliquent combien de forces secrètes, que nous ne connaissons pas assez, parce que nous n'en faisons pas l'objet d'observations directes, agissent incessamment dans les couches souterraines et peuvent très-bien nous expliquer la plupart des transformations

qu'ont subies les roches, et que nous avons trop de tendance à attribuer à des actions générales de métamorphisme direct par l'action immédiate de la chaleur de contact. Le métamorphisme à de grandes distances est certes inadmissible. Les forces électro-chimiques ou magnétiques sont universellement répandues dans les masses, et donnent une meilleure idée des effets produits à de grandes distances, et sur de larges étendues.

Le mode de transport des molécules minérales dans les fossiles, ou le groupement de celles-ci, dans telles ou telles circonstances particulières, au moyen des courants électriques souterrains, offre quelquefois des accidents dignes d'intérêt, et qui nous donnent une juste idée de la force de ces courants. Tantôt l'enveloppe testacée qu'on rencontre à l'état fossile, demeure avec la même composition et la même nature que les couches environnantes, l'intérieur ou la cavité se tapissant de cristaux à formes très-nettes; tantôt cette enveloppe testacée elle-même est de nature plus ou moins différente de celle de la couche environnante, tandis que sa cavité est remplie par la matière de la couche elle-même; tantôt la cristallisation a paru soumise à certaines lois symétriques, toujours les mêmes pour la même espèce (les échinodermes). Les fossiles présentent une cristallisation d'autant plus nette, que leur cavité a été moins remplie par la substance minérale qui a pénétré dans leur intérieur. Lorsqu'il existe un vide dans la cavité du fossile, la filtration des substances minérales solubles au travers du test est plus facile, et la dissolution, une fois introduite, trouvant l'espace libre au groupement moléculaire des substances qu'elle dépose, donne lieu, sous l'influence de l'électricité, à une multitude de petits cristaux qui tapissent l'intérieur de la cavité, en affectant les formes propres à chaque substance. Souvent la nature de ces cristaux est différente de celle de l'enveloppe testacée elle-même. Dans les ammonites de Fontenay (Vendée), par exemple, les loges sont souvent tapissées de cristaux de quartz, tandis que le test lui-même est calcaire, suivant la nature des couches où on les rencontre. Un spatangue qui existe dans la collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle, présente le test à l'état calcaire et spathique, la croûte qui l'enveloppe en partie est crétacée; l'intérieur du spatangue est revêtu d'une couche mince de silex, et sur cette dernière enveloppe intérieure on remarque de nombreux cristaux de baryte et de strontiane sulfatée. Les divers genres de la grande classe des échinodermes présentent fréquemment de ces accidents de cristallisation plus ou moins remarquables. Leur structure poreuse favorise, sans doute, plus spécialement chez eux, la transformation moléculaire au moyen des agents électriques; et la perte de la petite quantité de matières animales que ces corps contiennent permet plus promptement ces sortes de transformations.

En appliquant artificiellement les divers moyens que la nature a employés pour faire des fossiles, on est parvenu, par des expériences modernes, à des résultats souvent très-rapprochés. On connait les belles expériences de M. Goppert, entreprises dans le but de changer des substances végétales et animales en substances terreuses et métalliques, sans altérer leur tissu ni leur structure. Il obtient ces changements au moyen de dissolutions assez concentrées, dans lesquelles on laisse tremper ces substances jusqu'à ce que les solutions aient entièrement pénétré dans l'intérieur des corps organiques. En exposant ceux-ci à un feu assez vif, il détruit le tissu organique et obtient la substance terreuse ou métallique sous la forme du végétal ou de l'animal.

Le procédé galvano-plastique a été également employé dans ces derniers temps pour conserver des corps ou pour les reproduire par le même moyen. M. Jordan montrait, en 1841, à l'Association britannique, plusieurs copies de trilobites et autres fossiles ainsi obtenus par les procédés ordinaires de la galvano-plastie. La croûte métallique dont on recouvre les corps en leur faisant jouer, par exemple, le rôle d'électrode négatif, pourrait servir à conserver ces corps, tout aussi bien qu'à fournir l'empreinte et les modèles.

Divers autres modes de reproduction ont encore été proposés pour la conservation des substances animales (1) et les divers procédés d'embaumement employés aujourd'hui, sont de véritables modes de pétrification, qui peuvent être comparés, jusqu'à un certain point, aux procédés employés par la nature elle-même.

++++ Des roches fossilifères.

Si l'on examine sous le rapport de leur origine les divers matériaux qui composent le sol terrestre, on voit que, dès le commencement du monde, deux causes distinctes n'ont cessé de présider à leur formation : les uns ont été formés par voie ignée, les autres par voie aqueuse. Les matériaux qui composent le sol, se résument à peu près en ceux-ci : les minéraux, les roches, les fossiles. Nous connaissons la différence qui existe entre les minéraux et les roches. Celles-ci sont des masses minérales, composées, soit d'une seule espèce, soit de plusieurs espèces minéralogiques réunies, qui jouent un rôle dans la composition des couches. Comme

(1) Nous avons pu, par exemple, admirer, il n'y a pas longtemps, un rein pétrifié, communiqué à l'Académie des sciences par M. Baldacconi, de Sienne, qui assure qu'il conserve ainsi depuis 1837, divers objets d'histoire naturelle.

les autres matériaux du sol, les roches sont divisées en deux sections. les roches d'origine ignée, les roches sédimentaires (1).

§ 61. Les **roches d'origine ignée ou plutonniennes** ont été préalablement à l'état de fusion ou de dissolution, dans un véhicule quelconque ; dissolution favorisée par une très-haute température. Il est inutile de chercher, dans toute cette grande série de roches, des corps organisés fossiles. La chaleur intense qui a présidé à leur mode de formation a dû anéantir toute trace d'organisation. C'est même de la présence ou de l'absence des corps organisés fossiles dans ces couches, et d'autres caractères de composition et de dépôt, qu'on est convenu de déduire la nature sédimentaire ou plutonnienne de ces couches. Nous citerons néanmoins quelques exceptions apparentes à cette règle générale.

On a souvent parlé de roches volcaniques contenant des corps organisés. Bracchini, qui a décrit, avec beaucoup d'exactitude, l'éruption du Vésuve en 1631, assure avoir trouvé des coquilles marines qui avaient été rejetées. M. Constant Prévost a eu aussi plusieurs fois occasion de remarquer des coquilles enveloppées dans des cendres volcaniques. Ces faits prouvent seulement que les matières volcaniques incohérentes, qui étaient lancées à une très-grande hauteur, pouvaient perdre promptement, par la résistance de l'air, par la désagrégation de leurs molécules, par l'extrême faiblesse de leur conductibilité calorique, la chaleur qu'elles apportaient du foyer central ; et les coquilles lancées au loin avec les eaux de la mer, introduites dans la bouche du volcan par quelques fissures naturelles, ont été à peine altérées.

Du reste, qu'y a-t-il d'étonnant que des matériaux, qu'une lave volcanique remaniée par les eaux de la mer, amenée ainsi à l'état de sédiment, recouvrent les corps organisés déposés au fond des eaux, et les conservent ensuite à l'état fossile ? Peut-être, si l'on étudiait bien les quelques gisements exceptionnels de coquilles dans des roches volcaniques, trouverait-on que celles-ci peuvent toujours se rapporter à des tufs ou conglomérats, roches essentiellement remaniées.

Mais si l'on a pu trouver, dans certains cas exceptionnels, des corps organisés dans des dépôts ignés modernes, il n'en est pas de même de toute la série des roches ignées anciennes, granitoïdes, porphyroïdes, serpentineuses, etc. Une chaleur sans doute incomparablement plus

(1) Il nous reste encore bien des recherches à faire, avant de fixer la limite qui sépare les roches d'origine ignée des roches sédimentaires. La transformation incontestable de ces dernières en roches qui ont la plupart des caractères extérieurs des produits ignés, ajoute à l'incertitude. On a cru, longtemps, que la présence de matières bitumineuses azotées, sinon celle de corps organisés distincts, était un caractère essentiel de la distinction des deux groupes de roches; mais des expériences récentes ont prouvé combien ce caractère était insuffisant.

forte que celle qui a donné naissance aux produits volcaniques modernes, a présidé à la formation de celles-ci.

On voit, par ce qui précède, que les cas où l'on rencontre des corps organisés fossiles, dans les roches plutonniennes ou d'origine ignée, sont tout à fait exceptionnels et n'ont pas d'importance réelle en Paléontologie.

§ 62. Les **roches sédimentaires,** que nous désignons ainsi pour indiquer leur mode de formation au sein des eaux, ont été aussi appelées *roches d'origine aqueuse,* ou *roches neptuniennes.*

Lorsqu'on étudie avec soin les couches sédimentaires, relativement à la manière d'être des fossiles qui y sont renfermés, on reconnait que ces couches se sont déposées comme se déposent aujourd'hui tous les détritus sous-marins, riverains, ou lacustres. Comme nous le développerons plus tard, en parlant des phénomènes actuels, nous croyons que les roches sédimentaires se sont formées dans les eaux, par des molécules terrestres amenées des continents, soit dans les lacs, soit dans la mer; par des molécules que l'action incessante de la vague a enlevées aux rivages, ou qu'a produites la décomposition des corps organisés. Nous croyons encore que ces molécules y ont été transportées par suite de causes naturelles incessantes, telles que les courants terrestres et sous-marins, ou par des causes fortuites accidentelles dues aux dislocations de l'écorce terrestre, mais que, dans tous les cas, ces molécules ont formé des couches de nivellement, et qu'elles ont été déposées presque horizontalement.

Lorsque les roches sédimentaires n'ont subi, postérieurement à leur dépôt, que des changements peu considérables, qui permettent encore de juger de leur nature primitive, on les nomme *roches sédimentaires naturelles;* mais, lorsque des roches ont été *altérées, modifiées,* ou comme on le dit *métamorphosées,* par suite d'une action étrangère, on les nomme roches *métamorphiques.*

§ 63. Les **roches métamorphiques** tiennent le milieu entre les roches d'origine ignée et les roches sédimentaires. Avec l'aspect cristallin et quelques-uns des caractères minéralogiques des premières, leur structure en grand semble indiquer toujours une origine analogue aux secondes; aussi les géologues croient-ils en général qu'elles ont été déposées dans les eaux et postérieurement modifiées. Nous n'avons pas à discuter ici cette célèbre théorie de l'agent modificateur des roches métamorphiques, qui a occupé les plus illustres géologues. Deux systèmes sont en présence : l'un admet que ces roches ont été métamorphosées par le contact des roches d'intrusion, ou par des *agents ignés* différents; l'autre explique la transformation de structure intime dans les roches sédimentaires par des *actions lentes électro-chimiques.* Ne pourrait-on

pas croire que les deux agents ont joué leur rôle dans le métamorphisme? car si, dans quelques cas, l'action ignée est incontestable, on pourrait croire aussi que la chaleur qui aurait modifié certaines roches, en amenant des cristaux de mâcles, des grenats, qui aurait converti des calcaires en dolomie sur de vastes étendues, y aurait détruit toute trace d'organisation.

Voici, du reste, l'indication de quelques-unes de ces roches qui contiennent des restes de corps organisés.

On voit fréquemment dans les tufs de la Somma du Vésuve, et sur des points élevés, comme au mont Ottajana, des masses plus ou moins volumineuses de calcaire tertiaire-coquillier. Ces masses ont été altérées et amenées à l'état sublamellaire. On observe, au contact de l'étage dévonien et des granits, au Hartz, des fragments coquilliers de la première roche, dans des filons granitoïdes. On a plusieurs fois constaté l'existence d'un calcaire à enerines, associé avec le micaschiste et le chloritoschiste, près du village de Tweng, au pied des Alpes Tauern. De semblables associations ont été observées dans les Alpes occidentales. L'ensemble du dépôt paraît appartenir aux terrains palæozoïques.

Les schistes cristallins et mâclifères de l'étage silurien de la Bretagne présentent, dans quelques localités, des empreintes très-distinctes d'*Orthis* et de *Trilobites*. Il existe au mont Sainte-Marie, non loin de Saint-Gothard, et au mont Nufenen, à l'ouest d'Airolo, des schistes grenatifères qui renferment des *bélemnites*. Certaines roches palæozoïques observées dans les Vosges contiennent des empreintes végétales au milieu d'une altération telle, produite par l'effet de la chaleur des roches plutonniennes situées dans le voisinage, qu'un géologue très-exercé les a prises pour des trapps et des curites.

MM. Élie de Beaumont et de Buch ont trouvé à Gerolstein des polypiers inclus dans la dolomie et convertis eux-mêmes en cette substance. Un peu plus loin, dans le calcaire qui forme le prolongement de la masse dolomitisée, on retrouve les polypiers à l'état calcaire parfaitement conservés, tandis que là où la masse a été modifiée en dolomie, la majeure partie de leur texture intérieure a disparu. M. de Collegno a recueilli à Tercis, près de Dax (Landes), des oursins et des fragments de coquilles dont le test est converti en dolomie, tout aussi bien que la roche qui les contient. M. Coquand assure avoir trouvé dans une couche saccharoïde des calcaires réputés primitifs de Couledoux (Pyrénées), des fossiles déterminables et un polypier radié. Enfin on sait que le fameux marbre, dit primitif, de Carrare contient en certaines places des corps marins fossiles, qu'on distingue surtout lorsque les fragments ont été polis, ou lorsqu'on les observe par plaques minces, au travers de la lumière. Du reste, ces marbres statuaires passent insensiblement à des

calcaires compactes remplis eux-mêmes de fossiles, alors parfaitement distincts, appartenant probablement aux terrains jurassiques.

§ 64. **Les roches sédimentaires** proprement dites, qui, depuis leur formation, ont subi moins d'altération, peuvent se diviser naturellement en quatre groupes : 1° Les roches qui ont pour base un principe alcalin (chaux, strontiane, baryte), dont le meilleur type est le calcaire (carbonate de chaux) ; 2° les roches qui ont pour principe dominant la silice, seule ou combinée avec les terres, telles que les argiles, les grès; 3° les roches métalliques; 4° les roches combustibles.

Les *calcaires* contiennent ordinairement grand nombre de fossiles. On a supposé que, dans quelques cas, ils s'étaient formés par précipité chimique, après dissolution, qu'ils ont été réunis en masse, en se prenant sous forme solide, et ont enveloppé, tout au plus, les corps organisés suspendus dans la masse liquide. Nous sommes loin de partager cette opinion. Quand on voit dans ces calcaires, les fossiles déposés comme partout ailleurs par couches horizontales, quand on voit souvent, en dessus et en dessous, les couches argileuses qui les recouvrent évidemment sédimentaires, on doit également croire que les fossiles qu'ils enveloppent ont été déposés dans les mêmes circonstances que les autres. Ces calcaires, généralement cristallins, lamellaires, plus ou moins purs, formant des couches puissantes, peu riches en fossiles, sont d'autant plus fréquents qu'on descend plus bas dans la série chronologique des terrains. Vers les plus anciens, ils constituent des masses puissantes, et leur voisinage des roches cristallines a pu les faire regarder comme des roches métamorphiques.

Les *calcaires sédimentaires*, mieux caractérisés, sont par excellence des roches fossilifères. Les calcaires grossiers des environs de Paris, des bords de la Gironde, les calcaires blancs argileux jurassiques des environs de La Rochelle (Charente-Inférieure), de Tonnerre (Yonne), de Saint-Mihiel (Meuse), etc., etc., en contiennent un grand nombre, de même que les calcaires marneux ou argilo-calcaires de Sémur (Côte-d'Or), d'Avallon (Yonne), de Castellane (Basses-Alpes), de Milhau (Aveyron), etc., etc. D'autres calcaires paraissent assez pauvres en fossiles, et ce sont ordinairement les plus compactes, comme les couches bathoniennes, calloviennes et oxfordiennes de Grasse (Var), les couches bathoniennes de Chaumont (Haute-Marne), les couches portlandiennes de Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure), de Cirey-le-Château (Haute-Marne), etc.

§ 65. Le **gypse** (sulfate de chaux hydraté) joue à peu près le rôle du calcaire sous le rapport du mode de formation, c'est-à-dire qu'il a été déposé sous forme de sédiment. Les gypses cristallins sont de beaucoup les plus abondants dans la nature. Les deux variétés principales qu'on en

rencontre dans les couches fossilifères, sont le *gypse fibreux* et le *gypse grossier saccharoïde*. On ne voit jamais de fossiles dans les gypses fibreux. Les gypses grossiers contiennent, à Montmartre, près de Paris, un grand nombre d'ossements, surtout de mammifères et des débris de poissons, d'oiseaux, de reptiles, mais jamais de coquilles de mollusques, ou d'animaux rayonnés.

La **barytine** existe à peine en roche; elle se trouve plus souvent à l'état de filon; mais, jusqu'à présent, les couches n'ont jamais offert de fossiles.

Le **sel gemme** (chlorure de sodium) présente quelquefois des débris fossiles, bien que ceux-ci soient très-rares. Une couche de sel a offert à Wieliczka des restes de mollusques, de poissons et de polypiers fossiles. Le dépôt de sel gemme de Gmunden, en Autriche, contient quelques zoophytes. Ajoutons à ces fossiles quelques fruits de végétaux, de nombreux animalcules microscopiques, et nous aurons la somme des corps organisés que contiennent ces sortes de roches. Des recherches très-minutieuses ont été faites par M. Marcel de Serres sur la nature des infusoires du sel gemme. Leurs formes se rapprochent beaucoup de celles que prennent, après leur mort, les *Monas Dunalii* découverts par M. Joly, dans les eaux des marais salants, et auxquels celui-ci attribue leur coloration en rouge. Les animalcules découverts par M. Joly sont incolores, présentent diverses nuances de coloration, ou même changent ou perdent leur couleur, après leur mort. De là, l'état incolore ou diversement coloré des sels gemmes de Wieliczka, du pays de Salzbourg, du Tyrol, de Moyenvic, de Cardona, etc. Certains sels sont formés de ces animalcules jusqu'à peu près le quart de leur volume. On sait aussi que la coloration en rouge des eaux de certains marais salants est aujourd'hui attribuée à de petits crustacés de l'ordre des branchiopodes et du genre *artemia*. Ces animaux périssent lorsque la dissolution atteint la densité de 25°, et leur corps prend alors la couleur rouge.

§ 66. Parmi les **roches à base de silice,** les *argiles* sont généralement très-fossilifères; et la conservation des débris organiques y est souvent parfaite. Les argiles plastiques d'Aï (Marne), que nous regardons comme un accident local des lignites, contiennent, en dessus et en dessous, beaucoup de restes de corps organisés avec leur test bien conservé. Les argiles limoneuses des Pampas de Buenos-Ayres, qui occupent des centaines de myriamètres de superficie, renferment une quantité considérable d'ossements de mammifères.

Les *schistes*, composés de molécules très-fines, contiennent souvent beaucoup de restes de corps organisés. Les ardoises exploitées de l'étage silurien des environs d'Angers (Maine-et-Loire) sont dans ce cas.

Les *phyllades* en montrent aussi en assez grand nombre, dans l'étage

silurien des environs de Brest (Finistère), aux îles Malouines, dans l'intérieur de la Bolivia, et sur une surface immense, aux États-Unis.

§ 67. Les **grès**, formés de grains de sable agrégés, appartiennent à tous les âges géologiques, et contiennent presque toujours des restes d'animaux fossiles. Les grès siluriens de May (Calvados) montrent des trilobites, des Conulaires ; les grès dévoniens et carbonifériens de Bolivia renferment des *Spirifer*, des *Productus*, etc. Les grès de l'étage sinémurien présentent beaucoup d'empreintes aux environs de Semur (Côte-d'Or), de Valognes (Manche), de Metz (Moselle), ainsi que les grès coralliens de Trouville (Calvados), les grès kimméridgiens de la route de Niort à Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure) ; ceux des terrains crétacés des Ardennes, du Mans (Sarthe), de Tourras, de l'île d'Aix (Charente-Inférieure), de Pondichéry, de Concepcion (Chili), offrent une grande variété de restes organisés, ainsi que les grès inférieurs, moyens et supérieurs des terrains tertiaires du bassin parisien, des côtes du Chili, et de la Patagonie.

§ 68. Les **tripolis**, quand ils résultent d'un dépôt fait par l'eau de silice extrêmement divisée, se rapprochent quelquefois beaucoup de la texture des grès, en présentant alors une composition analogue à ceux-ci. D'autres fois, au contraire, les tripolis se trouvent dans le voisinage de roches ignées ou pseudovolcaniques, telles que les houillères embrasées, et paraissent être le résultat de la transformation de schistes argileux dépouillés de leur alumine, par l'effet de la chaleur ou de tout autre agent. Ces derniers tripolis contiennent quelquefois jusqu'à 98 p. 100 de silice. Les tripolis d'origine sédimentaire sont quelquefois complétement formés d'animaux infusoires à carapace siliceuse ; comme par exemple, ceux de Bilin, en Bohême. M. Ehrenberg a calculé que 27 millimètres cubes de tripoli de cette localité pouvaient contenir jusqu'à 41,000 millions de ces infusoires à test siliceux. Ces sortes de tripolis ne renferment jamais de corps organisés autres que les infusoires dont ils sont formés. Les tripolis *métamorphiques* contiennent, par exception, quelques corps organisés. Ceux de Poligné (Ille-et-Vilaine) montrent quelques empreintes de bivalves, de végétaux.

§ 69. Les **roches de silex** (pyromaque, meulière, résinite, jaspe) offrent aussi des fossiles, principalement des mollusques et des radiaires pour les pyromaques et les meulières, et des végétaux pour les autres. On cite cependant des résinites à poissons et à insectes à Krepitz, à Nikoltschitz, en Gallicie, dans des mollasses tertiaires. On a cru que, dans ces sortes de roches, la silice, au lieu de se déposer sous forme de sédiment plus ou moins fin, comme dans les grès et les tripolis, a été à l'état de dissolution, et qu'elle a pris, en se consolidant, un éclat compacte vitreux, que n'ont pas les autres roches. On a supposé encore que la si-

lice des pyromaques, des meulières, etc., avait été à l'état de dissolution gélatineuse; mais, lorsqu'on étudie la manière d'être de ces roches de silex et des fossiles qu'elles contiennent dans les couches d'eau douce des meulières des environs de Paris, dans les falaises crétacées de toute la côte de la Seine-Inférieure, des environs de Tours (Indre-et-Loire), de Saintes (Charente-Inférieure), dans les silex de l'étage corallien de Trouville (Calvados), dans ceux du lias supérieur de Thouars (Deux-Sèvres), de Poitiers (Vienne), de Sainte-Honorine (Calvados), etc., etc., on acquiert bientôt la certitude que les fossiles y ont été déposés par couches horizontales, au milieu des sédiments. On voit distinctement de plus, que la matière siliceuse en dissolution a pénétré ces couches postérieurement à leur formation, en y formant ces rognons isolés, des silex, de la craie et du lias, ces masses lenticulaires plus grandes des meulières, et enfin, qu'elle a pénétré seulement par endroits les masses coralliennes de Trouville, en changeant, sur quelques points isolés, la couche de grès en silex, tandis que cette couche est restée intacte à l'état de grès, sur toutes les autres parties de son extension. Nous ne verrions donc, dans les silex, qu'une modification partielle des couches, due peut-être à des courants électro-chimiques, mais nullement un fait général de dépôt.

Du reste, ces roches siliceuses se trouvent très-rarement en couches continues; elles affectent plutôt la forme de nodules, de rognons, d'amas plus ou moins irréguliers, qui semblent indiquer, d'une manière définitive, l'origine de la plupart. Quant aux jaspes, ils ne sont pas toujours d'origine sédimentaire. Il en est dont l'origine ignée est incontestable; d'autres, enfin, qui proviennent de roches transformées. Or il serait inutile de chercher des fossiles dans ces deux dernières roches.

§ 70. Les **substances minérales métalliques**, quelquefois abondantes dans la nature, y sont rarement stratiformes. On les rencontre plus souvent en grandes masses, en dikes, veines ou filons, etc. Les métaux en dikes ou en filons ont une origine non équivoque, qui exclut toute idée de dépôt par les eaux; ils ne contiennent pas de fossiles. On a bien voulu opposer à cette loi générale quelques faits exceptionnels : ainsi des tronçons de pins furent trouvés jadis dans une veine de plomb au pays de Galles. Le bois ne présentait pas de changement, sauf qu'il était fortement imprégné de galène. On ajoute qu'on a trouvé, dans un autre filon, du plomb sulfuré accompagné de barytine et de quartz, près de Frémoy et de Corcelles; mais ce ne sont là que des exceptions qui n'ont peut-être pas toute l'authenticité désirable.

Il est des cas où la forme de filons, ou de dikes, n'est absolument qu'apparente, et peut tromper facilement l'observateur peu expérimenté. Nous en avons acquis la preuve près de Fontaine-Étoupe-Four (Calva-

dos). On voit, en effet, sur ce point, et dans les communes voisines, des masses considérables de grès siluriens où s'observent des filons obliques ou plus ou moins verticaux, remplis d'argile ou de limonite, enveloppant un nombre considérable de coquilles bien conservées, tout à fait distinctes des coquilles fossiles contenues dans les grès. Lorsqu'on étudie la géologie des environs, on reconnaît que ces filons ne sont que des fentes déterminées par la dislocation des grès, qu'ont remplies, lors de la mer liasienne, des détritus marins et des coquilles marines qui vivaient à cette époque, probablement sur ces rochers siluriens, formant alors des écueils voisins du rivage.

§ 71. Les **Limonites** (fer peroxydé hydraté) sont peut-être, de toutes les roches métalliques, les seules qui forment des couches véritables ; aussi contiennent-elles plus de fossiles qu'aucune autre. On en distingue plusieurs variétés : les seules qui aient pour nous de l'intérêt sont les variétés *compacte, terreuse* et *oolitique*.

Les *limonites compactes* sont exploitées, comme minerai de fer, à la Voulte (Ardèche), dans les couches calloviennes ; à la Verpillère (Isère), dans les couches toarciennes, où elles contiennent un nombre considérable de coquilles fossiles.

Les *limonites terreuses* sont peu communes; néanmoins nous les trouvons entièrement composées de coquilles fossiles passées à l'état de fer oligiste, dans les couches de l'étage sinémurien, aux mines de Beauregard, non loin de Semur (Côte-d'Or).

Les *limonites oolitiques*, faciles à distinguer par les petits grains ronds dont elles se composent, sont toujours les plus communes. Elles renferment une grande quantité de restes de corps organisés. Des couches de limonite oolitique, souvent exploitées pour le fer qu'elles contiennent, se voient dans l'étage toarcien, à Lyon (Rhône); dans l'étage bajocien de Bayeux (Calvados); dans l'étage callovien, aux environs de Chaumont, de Château-Villain, de Langres (Haute-Marne), de Lifol (Vosges), de Mamers (Sarthe) ; dans l'étage oxfordien des environs de Saint-Mihiel (Meuse), de Launoy (Ardennes), d'Is-sur-Tille (Côte-d'Or), d'Étivey (Yonne); dans l'étage néocomien de Bellancourt-la-Ferrée (Haute-Marne), de Brillon (Meuse); dans l'étage aptien de Vassy (Haute-Marne), etc., etc.

Les corps organisés qu'on rencontre dans ces couches sont des coquilles, des polypiers, et rarement des ossements d'animaux vertébrés. Tantôt ces fossiles sont convertis eux-mêmes en limonite, tantôt ils ont conservé leur enveloppe crétacée ; dans l'un et l'autre cas, ils présentent une assez bonne conservation.

Nous ne connaissons pas de roches métalliques fossilifères autres que les limonites. On cite toutefois, en Bretagne et dans quelques autres parties de la France, notamment près de Fresnay (Sarthe), dans les cal-

ches siluriennes, un fer aluminaté oolitique contenant des fossiles, entre autres des *calymènes* et des *asaphus*. Quelquefois le fer oligiste remplace le minerai aluminaté.

§ 72. Nous mettrons au nombre des *substances combustibles fossilifères*, ces sortes de masses plus ou moins volumineuses, compactes, nodulaires ou granuliformes, jaunâtres, à cassure vitreuse et conchoïde, qu'on a désignées sous le nom de *succin*, *résine fossile*, *ambre jaune*, etc. On rencontre le succin dans les lignites de l'étage cénomanien de l'île d'Aix (Charente-Inférieure), de l'étage turonien de Soulatge (Aude), dans l'argile plastique des terrains tertiaires ou dans des terrains plus modernes. Les eaux de la Baltique en apportent encore de nos jours sur les côtes, où il accompagne des cailloux roulés et diverses substances, surtout du bois fossile. Souvent le succin renferme des insectes entiers ; celui qu'on rencontre sur les bords de la Baltique est rempli de corps marins.

Enfin, après avoir énuméré jusqu'ici les diverses roches qui renferment des fossiles, nous ne passerons pas sous silence un gisement de fossiles bien singulier, mais qui ne rentre pas moins dans la question des divers milieux au sein desquels les corps organisés ont pu être conservés. Nous voulons parler des ossements enfouis dans les glaces vers les deux pôles et qu'on a recueillis sur la côte nord-ouest de l'Amérique et sur les bords de la mer Glaciale, en Sibérie.

DEUXIÈME PARTIE.

ÉLÉMENTS STRATIGRAPHIQUES.

CHAPITRE III.

CIRCONSTANCES NATURELLES PASSIVES QUI CONCOURENT A LA FORMATION DES COUCHES SÉDIMENTAIRES, ET AU DÉPÔT DES ANIMAUX DANS CES COUCHES.

§ 73. Si, comme nous l'avons vu, l'une des conditions essentielles pour qu'un corps organisé passe à l'état fossile, dérive de sa nature même, il en est d'autres indispensables, déterminées par les milieux qui l'ont environné à l'instant où il cessait d'exister, et par l'espace de temps qui s'est écoulé depuis sa mort.

Tous les corps organisés exposés à l'air libre se décomposent plus ou moins promptement, suivant leur composition chimique, et finissent toujours par disparaître entièrement, quels que soient d'ailleurs leur densité ou leur volume. Pour qu'un corps organisé se conserve, il faut donc qu'il soit soustrait à l'action immédiate de cet agent destructeur. On conçoit, dès lors, que cette conservation dépendra principalement du milieu qui l'environne. Lorsqu'on étudie l'ensemble des faits, on reconnait facilement que les eaux ont été le plus favorable, et pour ainsi dire l'unique agent de conservation des corps organisés fossiles : d'abord, comme moteur mécanique, en l'enveloppant de diverses molécules destinées à en couvrir toutes les parties et à le garantir des causes destructives extérieures, puis en servant de conducteur à l'électricité, et plus tard de véhicule aux molécules fossilisantes de substitution, entraînées par les forces électro-chimiques et électro-magnétiques.

Pour définir le mode de dépôt des fossiles dans les couches terrestres, nous avons, successivement et comparativement, étudié les couches fossilifères de toutes les époques géologiques et la manière dont les corps

organisés se déposent aujourd'hui dans les eaux marines et terrestres. Cette étude très-prolongée nous a donné, par la discussion de tous les faits scrupuleusement observés, la conviction intime que *deux séries de circonstances alternatives* ont agi dans la formation des couches sédimentaires, et sur le mode de dépôt des animaux fossiles qu'elles renferment : les unes *passives, incessantes, qui appartiennent exclusivement aux causes naturelles actuelles ;* les autres *fortuites, accidentelles, purement géologiques,* et qui tiennent aux révolutions, aux dislocations de l'écorce terrestre.

Nous allons d'abord chercher à définir les premières dans ce chapitre.

D'après l'étude des couches sédimentaires de toutes les époques géologiques, et la manière dont les fossiles y sont renfermés, on reconnaît, par le parallélisme de ces couches, et par celui des lits de fossiles qui y sont disséminés, qu'elles ont été déposées sous les eaux. Lorsqu'on veut comparer ces couches terrestres à ce qui se passe maintenant dans la nature, au sein des mers et sur les continents, on acquiert bientôt la conviction que des circonstances analogues ont dû présider à leur mode de dépôt et ont donné, dans les mêmes conditions, des résultats identiques. Il reste ainsi démontré, pour l'observateur, que les causes naturelles encore en action ont toujours existé, et que, pour avoir l'explication satisfaisante de tous les phénomènes passés, il devient indispensable d'étudier les phénomènes actuels.

L'heureuse pensée de recourir aux causes agissant maintenant, pour expliquer la formation des couches terrestres, appartient tout entière à M. Constant Prévost, qui, le premier, l'établit dans son système géologique. La science doit encore à M. Lyell le développement de ce système, appuyé de nombreuses recherches aussi savantes qu'ingénieuses ; mais, comme il fallait un séjour très-prolongé sur les côtes de toutes les mers, pour obtenir des données certaines, et que ce mode d'observation n'est pas à la disposition de tout le monde, on s'est, le plus souvent, contenté, dans ces systèmes, d'interpréter, par l'étude des couches terrestres, la manière dont les choses doivent se passer aujourd'hui au sein des mers et sur les continents. Nous avons suivi une marche contraire. Dégagé de toute idée préconçue, nous avons voulu compléter la somme des faits acquis durant nos voyages, par des recherches spéciales, prolongées, exécutées sur différents points de l'Océan, dans le seul but de scruter les faits actuels destinés à nous donner, sans hypothèse aucune, la valeur relative des divers agents qui concourent à la formation des couches sédimentaires.

L'époque actuelle offre des continents et des mers ; il s'y forme donc simultanément, des *sédiments marins* et des *sédiments fluvio-terrestres.* Ces deux séries, bien qu'offrant le *synchronisme* le plus com-

plet et se confondant souvent, méritent néanmoins d'être étudiées chacune à part. Nous commencerons par les sédiments marins qui jouent un rôle immense à la surface du globe, et qui expliquent plus particulièrement la nature des étages géologiques les plus répandus.

† *DES SÉDIMENTS MARINS.*

§ 74. Nous appelons ainsi toutes les particules terrestres, minérales ou autres qui, abstraction faite de leur dimension, ou de leur provenance, se trouvent actuellement dans la mer et sur ses rivages. Si nous parcourons rapidement les côtes de France, par exemple, nous voyons, sans descendre au-dessous du balancement des marées, ces sédiments changer de nature suivant les lieux, et offrir à la fois toutes les modifications. Les côtes de la Normandie, depuis Abbeville jusqu'au Havre, montrent des falaises au pied desquelles sont des cailloux siliceux, et parfois du sable. Les côtes du Calvados présentent, par intervalles, depuis Honfleur jusqu'à Dives, un mélange de cailloux siliceux et calcaires, des sables et quelquefois de la boue. En marchant à l'ouest, des sables remplissent les baies ; et la côte, lorsqu'elle est bordée de falaises, se couvre de galets de diverses natures, suivant la composition de ces mêmes falaises. Presque toute la côte de Bretagne présente des cailloux granitiques, ou des anses sablonneuses; la Vendée offre, dans la baie de Bourgneuf, près de Beauvoir, des atterrissements vaseux considérables, puis des dunes et quelques roches granitiques, jusqu'au golfe de Luçon, où de nouveaux dépôts vaseux couvrent une immense surface. Les côtes de la Charente-Inférieure sont couvertes par endroits, soit de galets calcaires, formant ces cordons littoraux si bien décrits par M. Elie de Beaumont (La Rochelle, Châtelaillon (*b*, *fig.* 37), etc.), soit d'anses vaseuses (les Trois-Canons, Marennes), soit de dunes comme à la Tremblade; puis, au sud de l'embouchure de la Gironde, les sables recommencent jusqu'à Bayonne. C'en est assez, nous le croyons, pour démontrer ce que nous avons avancé, et prouver le synchronisme de toutes ces matières sédimentaires différentes.

A. — Provenance des sédiments marins.

Les sédiments marins actuels se forment de trois manières différentes : par le transport des particules terrestres, par l'usure des côtes, par les corps organisés, leur usure et leur décomposition.

§ 75. Les **sédiments apportés par les affluents terrestres** ont été regardés comme étant, pour ainsi dire, les seuls dans les circonstances actuelles. Sans nier leur importance réelle, nous espérons prouver que des sédiments considérables se déposent aussi sur les côtes où il n'existe aucun affluent, comme celles du Chili, de la Bolivie et du Pérou ; mais

ayant l'intention de traiter séparément des phénomènes terrestres, nous renvoyons ceux-ci à leur chapitre spécial. Il nous suffira de constater, maintenant, la valeur des sédiments qu'ils apportent. Les rivières de France qui débouchent dans l'Océan, sont loin d'en fournir également, et même, la somme de leurs produits de ce genre n'est pas toujours en rapport avec leur importance et le volume de leurs eaux. Toutes les petites rivières, la Somme, la Dive, l'Orne, la Vilaine, la Sèvre, la Charente, etc., charrient à peine, lors des grandes pluies, quelques sédiments fins en suspension dans leurs eaux. La Seine même donne aussi des sédiments fins et très-peu de sable. Il n'y a donc que la Gironde et la Loire, et surtout la dernière, qui fournissent à la fois des sédiments fins et du sable en abondance. Néanmoins, si nous considérons que les côtes françaises de l'Océan présentent une surface de plus de 1,800 kilomètres, en contact avec la force de la vague, tandis que deux fleuves seulement donnent, sur ce circuit, des sédiments terrestres, il sera facile de juger qu'en évaluant au quart de l'ensemble la valeur de leur apport annuel dans les océans du monde entier, on sera peut-être encore bien au-dessus de la vérité. On en est surtout persuadé, lorsqu'on voit que, sur 115 degrés, ou 11,500 kilomètres de côtes battues par la vague, l'Amérique méridionale, sur l'océan Atlantique, n'offre que trois fleuves, la Plata, l'Amazone et l'Orénoque, qui donnent des sédiments; et que, sur la côte opposée du Grand Océan, 80 degrés ou 8,000 kilomètres d'extension n'ont que deux rivières, le Rio de Guayaquil et le Rio Biobio, qui, réunis, ne donnent pas annuellement autant de sédiments que la Seine. On en sera d'autant plus persuadé, que sur ces côtes, depuis Coquimbo jusqu'à Guayaquil, il ne pleut jamais, et que cependant il s'y trouve des sédiments considérables.

§ 76. Les **sédiments formés par l'usure des côtes** sont, dans l'état actuel, suivant nos observations, les plus considérables, et peuvent être représentés par les dix-seizièmes de l'ensemble fourni à l'Océan dans le cours d'une année. Lorsqu'on a vécu sur les côtes de quelque partie du monde que ce soit, on peut se convaincre de l'action incessante de la vague, augmentée dans les gros temps, sur le littoral maritime, bordé de falaises sablonneuses, calcaires, crayeuses ou argileuses. Les efforts impuissants du génie de l'homme pour s'en garantir à Bayonne, à Noirmoutiers, en sont une preuve; d'ailleurs, il suffit de voir les côtes avant et après une tempête, pour se faire une juste idée de cette action et des immenses changements qu'elle opère, en enlevant une surface considérable de sédiments soit au-dessus, soit au-dessous du niveau moyen du balancement des marées.

Si, pour nous éclairer à cet égard, nous parcourons encore les bords de l'Océan, sur le littoral de la France, nous verrons par exemple, qu'à

l'exception de quelques golfes profonds très-restreints dans leur extension, où se forment actuellement des atterrissements, comme aux environs de Beauvoir (Loire-Inférieure), dans le golfe de Luçon (Vendée), à Brouage (Charente-Inférieure), etc., presque toutes les côtes subissent, au contraire, l'action destructive de la houle.

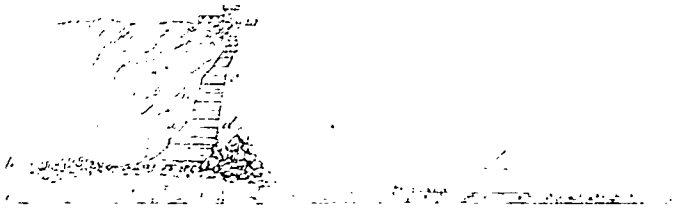


Fig. 37. Pointe de Châtelaillon (Charente-Inférieure).
a, niveau des basses marées ; *b*, niveau de la haute mer.

Cette action s'exerce de diverses manières, suivant la disposition du littoral. Lorsqu'une côte à mer basse montre à découvert des bancs argileux, calcaires (*a*, *fig.* 37), ou sablonneux, la houle, à chaque marée, lave, délaye et enlève les sédiments, comme on le voit sur les côtes des départements du Pas-de-Calais, de la Somme, de la Seine-Inférieure, du Calvados, de la Vendée et de la Charente-Inférieure. Les bancs calcaires de Châtelaillon, de la pointe de la Baleine à l'île de Ré, de la pointe de Chassiron à l'île d'Oléron (Charente-Inférieure), du Calvados, depuis Honfleur jusqu'à Port-en-Bessin, qui montren à basse mer une étendue d'un à trois kilomètres, en présentent surtout des exemples remarquables.

Lorsque des falaises bordent la côte, la mer, en sappant incessamment le pied (*m*, *e*, *fig.* 37), ronge la roche, et les couches ne tardent pas à surplomber. Elles s'éboulent ensuite en parties fragmentaires (*d*, *fig.* 37), et la houle recommence à laver, à triturer et à enlever les particules les plus fines. Son action continuelle fait disparaître peu à peu le produit de l'éboulement, et elle vient de nouveau battre la côte en brèche. Les hautes falaises de craie et de calcaire argileux du cap Blanc-Nez, près de Boulogne (Pas-de-Calais), les côtes crayeuses de la Somme, de la Seine-Inférieure, depuis Abbeville jusqu'au Havre ; les côtes crayeuses, argileuses et calcaires du Calvados ; les côtes de grès, de calcaire ou d'argile de la Charente-Inférieure en donnent partout des exemples.

On voit aussi les deux actions s'exercer en même temps sur beaucoup des mêmes côtes qui offrent à la fois des bancs prolongés sous la mer et des falaises perpendiculaires sur le rivage (*fig.* 37).

Un troisième mode d'action qui s'exerce en tous lieux est l'usure continuelle de tout ce qui, sur un rivage, se trouve dans la zone du balancement des marées. Quiconque a pu entendre, sur la côte de la Normandie, depuis

Abbeville jusqu'au Havre, le bruit que font les galets de silex, lorsqu'ils sont remués par une forte houle, se rendra compte de cette action incessante. Les cailloux de silex, malgré leur dureté, s'usent encore assez promptement ; ce qui donne la mesure pour des galets calcaires ou de toute autre nature d'une moindre densité. La mise en mouvement par les eaux de toutes les matières sédimentaires de ce niveau tend à en diminuer constamment le volume par le frottement. Si, en effet, nous reconnaissons cette action sur nos côtes, relativement très-tranquilles, on jugera de ce que la houle pourra produire sur certain littoral, comme celui des îles de tous les océans, du Chili, du Pérou, de la Patagonie, où la mer, incessamment en furie, défcrle toujours avec force contre ses limites naturelles.

Les côtes granitiques ou de grès anciens des départements de la Manche, des côtes du Nord, du Finistère, du Morbihan, sont loin de donner des résultats aussi considérables que les côtes calcaires ; mais la décomposition de ces roches et l'action continuelle de la vague, ne laissent pas cependant de fournir une bonne part de détritus. Les côtes bordées de dunes de sable, paraissent souvent être à l'abri de l'action de la houle, mais il n'en est pas ainsi; car presque toujours, il existe, sous ces dunes, des roches ou des terres qui découvrent à basse mer et sont constamment en butte à la houle, comme sur la côte de Vendée, sur les côtes extérieures des îles de Noirmoutiers, de Ré, d'Oléron, etc., etc.

On pourrait, pour quelques points des côtes, obtenir des données certaines relativement au cubage des matières enlevées annuellement par la vague, en mesurant, au delà d'un édifice, la distance qui le sépare du rivage, et prenant l'année suivante la différence. Les falaises argilo-calcaires de Châtelaillon (Charente-Inférieure) nous en ont offert une preuve. La ville de ce nom (*Castellum allionis*) y était bâtie ; et, suivant les documents historiques, y existait encore en 1780. Aujourd'hui on trouve, à plus de deux kilomètres en mer, lors des basses marées, des débris de constructions qui témoignent seuls de l'existence de la ville de Châtelaillon. Un fort bâti sur cette même falaise, sous le règne de Napoléon, et qui, en 1825, se trouvait encore à plus de deux cents mètres du rivage, était, en octobre 1846 (*m*, *fig.* 37), à moitié tombé avec la falaise qui le supportait. On voit qu'en calculant la hauteur moyenne de cette falaise longue d'un kilomètre, et dont les points les plus élevés ont de 15 à 18 mètres, il serait facile d'avoir la somme des sédiments fournis sur ce point. Les falaises de grès friable de la Patagonie qui, sur des degrés de longueur, s'élèvent à plus de 100 mètres, donnent encore une altération plus rapide. Ces diverses preuves suffiront peut-être pour établir la somme réelle des sédiments enlevés par l'usure des côtes.

§ 77. Les **sédiments que forment les corps organisés,** leur décom-

position et leur usure, bien qu'ils ne soient pas les plus considérables, puisque nous n'évaluons leur produit qu'à un huitième de l'ensemble, n'en méritent pas moins toute notre attention Les corps organisés forment à eux seuls quelques-unes des îles madréporiques de l'archipel des Amis dans le Grand Océan, les récifs des Antilles de la côte occidentale d'Afrique et même les récifs souvent ignorés des zoologistes, mais bien connus des ingénieurs hydrographes de la marine, qui, sur quelques points de la côte de Normandie (Calvados), en dehors de la pointe de la Baleine (île de Ré) et de la pointe de Chassiron (île d'Oléron), offrent d'assez grandes étendues sous-marines. Les corps organisés en nature montrent encore, suivant les importants travaux de ces ingénieurs, que les fonds sous-marins les plus communs sur tous les atterrages du monde, sont sans contredit formés de bancs de coquilles plus ou moins brisées. Du reste, lorsqu'on examine la composition du sable de certains rivages, comme ceux des îles *Gallopagos* et de tout l'archipel des Amis, dans le Grand Océan, on reconnaît qu'il n'est absolument composé que de fragments de coquilles et de coraux. L'importance de cette nature de sédiment est donc bien constatée et non équivoque, à l'époque actuelle, comme elle l'a été aux époques passées.

Ainsi que nous le dirons, en traitant particulièrement de la manière d'être des animaux, dans les couches sédimentaires, les parties solides de ces animaux, une fois séparées des parties charnues, forment des sédiments et sont soumises aux mêmes altérations et à la même usure que les fragments de roches enlevés aux falaises. Elles se décomposent de même par l'action mécanique de la vague, et forment des sédiments qui se mêlent aux autres de même densité, de même nature.

En résumé, prenant approximativement le chiffre, *seize* pour l'ensemble des sédiments marins, nous trouvons que ce nombre se compose des provenances suivantes :

Sédiments fournis par les affluents terrestres.	4
Sédiments fournis par l'usure des côtes...	10
Sédiments fournis par les corps organisés...	2
Total....	16

D'après ce que nous venons de dire, les sédiments, selon leur provenance, sont de diverses compositions et de densité très-différentes. Ils se composent, en effet, à la fois, sur la côte de tous les continents : de cailloux, de galets siliceux et calcaires de toutes les dimensions, de gros sable, de sable fin, de sable vaseux et de vase. Nous allons maintenant nous occuper de leur répartition, suivant leur volume, leur densité et la force motrice qui les déplace.

B. — De la répartition naturelle des sédiments dans les mers.

§ 78. L'action passive et générale des sédiments, dès qu'ils sont soumis au moindre mouvement, est essentiellement de se tasser et de niveler. En effet, leur propre poids, aussitôt qu'ils se répandent dans l'élément aqueux, toujours d'une moindre densité, ou lorsqu'ils sont portés par l'agitation des milieux qui les environnent, les force à descendre sur une pente. Dès lors, selon leur nature et leur densité, les sédiments se déposent de différentes manières, suivant la configuration des côtes, la pente plus ou moins rapide de celles-ci, et l'action des courants sous-marins.

§ 79. **Sur une côte en pente rapide vers une mer profonde,** comme nous avons pu l'observer à Ténériffe, au Chili, au Pérou, et sur quelques points de la Méditerranée, ces sédiments se déposent en raison de leur densité. Quelquefois les anses présentent du sable, sous forme de dunes, au-dessus des marées ; mais les lieux battus de la vague offrent toujours, au niveau de ces marées, près des lieux où ils ont été enlevés au littoral, des cailloux plus ou moins gros, ou du gros sable qui se continuent jusqu'aux limites inférieures du balancement des eaux. Lorsqu'on sonde ou qu'on drague au-dessous de ce niveau, on voit la grosseur des sédiments diminuer graduellement, à mesure qu'on descend, et les sables sont remplacés, dans les grandes profondeurs de ces mers, par les parties les plus ténues et les restes organisés les plus légers. La drague et la sonde nous ont toujours donné de 60 à 100 mètres, à Ténériffe, comme sur toutes les côtes profondes du Chili et du Pérou, des sédiments très-fins, remplis de foraminifères, et M. Duperrey nous a dit avoir toujours trouvé, de 50 à 60 kilomètres au large, dans la Méditerranée, un fond de boue et de sédiments fins, ce qui prouverait la généralisation du fait. Alors les sédiments qui se déposent sur un plan incliné, forment toujours des couches parallèles de moins en moins inclinées, jusqu'au fond des mers où elles deviennent sans doute horizontales.

Les courants qui exercent une action si puissante dans les atterrages peu profonds sur la répartition des sédiments, et partout sur la répartition des êtres à l'état de vie, n'en ont absolument aucune, quant aux sédiments des côtes abruptes, comme celles du Chili et du Pérou ; car, vu la pente rapide et le peu de largeur de la bande sédimentaire située dans la limite de l'action de ces courants, cette action ne saurait amener aucun changement important. Ils ne paraissent pas non plus atteindre les grandes profondeurs de l'Océan, et en aucune manière ils ne sauraient transporter des sédiments d'un continent à l'autre, lorsque ceux-ci sont séparés par de grandes profondeurs. On le conçoit, il faudrait qu'avant de passer d'un côté à l'autre ils comblassent l'intervalle en le nivelant.

§ 80. **Sur une côte très-plate** et très-prolongée sous les eaux de la mer, s'il n'y a pas de courants, les choses se passent comme sur une côte abrupte ; seulement, chaque nature de sédiment prend une bien plus grande extension. On trouve également toujours les parties les plus légères au-dessous du balancement des eaux, et dans les grandes profondeurs. Nous l'avons observé sur les côtes de France et de Patagonie.

§ 81. **L'action des courants** côtiers et sous-marins est immense sur les côtes plates ou en pente très-faible, ainsi que dans les détroits dont on connaît le fond, comme dans la Manche, sur les côtes de la Bretagne et sur celles du golfe de Gascogne.

On peut comparer, quant à leurs résultats identiques, l'action mécanique des courants sur la distribution des sédiments, à la même action produite par la vague et par le balancement des marées, sur les côtes tranquilles. De même elle sert à séparer les sédiments suivant leur nature, et à les transporter dans des lieux différents.

§ 82. Par la seule action des courants sous-marins, les cailloux, en leur densité, restent toujours près du lieu où ils ont été enlevés, ou sont transportés à peu de distance. Lorsqu'on les suit, sur le littoral de la France, on arrive à cette conclusion. Dans tous les cas, restant près de la côte sur le lieu agité, ils ne sont presque jamais transportés au large. Sur toute la côte des départements de la Seine-Inférieure et de la Somme, les cailloux sont formés de silex enlevés à la craie des falaises; à Trouville (Calvados), ce sont des galets calcaires oolitiques ou ron qui proviennent des falaises. En Bretagne, ce sont des cailloux de roches cristallines, etc., etc.

§ 83. Le **gros sable** qui, dans le balancement des marées, reste au-dessous des cailloux, n'est pas trop lourd pour être transporté par les courants, aussi le trouve-t-on partout où les courants ont une forte action. Des sondages opérés en dehors et près du cap Horn, à l'extrémité sud de l'Amérique méridionale, où se rencontre un des plus forts courants, ont donné du gros sable. Le banc de Terre-Neuve, où passe un courant sous-marin rapide, offre partout du sable de même nature ; il en est de même du fond de la Manche et des côtes, jusqu'à 30 kilomètres au large, des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron.

Presque tous les bancs de sable qu'on observe à basse mer, sur toutes les côtes où il y a des courants, sont formés de gros sable et de coquilles. Sont dans le même cas les bancs sous-marins que les courants forment sur certaines côtes ou près de l'embouchure des rivières. Lorsqu'on examine la manière dont les sédiments se déposent sur ces bancs, on voit qu'ils forment une partie horizontale, ou légèrement inclinée du côté d'amont, tandis que l'extrémité d'aval est ordinairement une pente rapide et figure ce que les marins désignent sous le nom d'ancre du banc. C'est là

que les sédiments sont déposés sur un plan incliné comme les sédiments des côtes fortement déclives. Ces couches inclinées, au milieu de couches horizontales, qu'on trouve quelquefois dans les étages géologiques, se déposent toujours sur l'extrémité d'aval d'un banc (*fig.* 38). Le courant enlève de *a* les grains de sable qui, lorsqu'ils arrivent en *b*, tombent naturellement sur le talus déjà existant, et y composent des couches inclinées. Les bancs de sable des rivières, de la Loire, par exemple, offrent tous les ans, lors des basses eaux, des moyens de vérifier ce fait. Que postérieurement à ce dépôt, une action de nivellement ait lieu, comme dans la fig. 39, les parties supérieures seront enlevées, et il ne restera que les couches inclinées diversement, suivant les courants qui se sont succédé, ainsi que nous le verrons dans les couches géologiques.

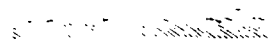


Fig. 38. Banc formé sous l'influence des courants.

Fig. 39.

§ 84. Le **sable fin** transporté avec plus de facilité par les courants, se dépose ordinairement dans les lieux où l'action de ceux-ci est moins violente, et y forme des couches horizontales. C'est ce sable qui se prolonge si loin sous les eaux, sur les côtes plates de l'Océan et de la Méditerranée, et qui se dépose sur les points moins agités, comme en dedans des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron, et dans une grande partie de la Manche. On le trouve dans tout l'intervalle compris entre les îles Malouines et la côte de Patagonie, et en dehors de toutes les côtes du Brésil, jusqu'à une grande distance au large.

§ 85. **Dunes**. Une partie de ces sables, jetés par la vague sur les côtes droites, peu inclinées et non bordées de falaises, est ensuite, lorsqu'ils sèchent, dans l'intervalle des marées, transportée par les vents vers la terre et forme ces amas considérables de sable qu'on nomme *dunes*. Ces dunes couvrent quelquefois de grandes surfaces de côtes, comme on peut le voir sur quelques points du littoral de la France, notamment sur les côtes de la Vendée, en dehors des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron, sur la côte de la Tremblade (Charente-Inférieure), et sur toute la côte des départements de la Gironde et des Landes, depuis la Teste jusqu'à Bayonne. On les voit aussi sur la côte du désert de Sahara en Afrique, sur les côtes de la Patagonie septentrionale, de la Plata, etc. Les dunes ont quelquefois une grande importance et envahissent tellement les côtes, qu'elles forcent d'abandonner des villages, comme on l'a vu aux *Zéloux*, île de Noirmoutiers, à Saint-Palais, près de Royan (Charente-Inférieure)

Nous avons pu nous assurer qu'il ne se forme de dunes que sur les points où le mouvement des eaux est assez violent, qu'il soit déterminé par les courants ou par la vague. Jamais, par exemple, il n'existe de dunes ni de cordon littoral sur les côtes tranquilles, quelle que soit leur nature. Les îles d'Oléron, de Ré et de Noirmoutiers en sont une preuve. Bordées de dunes du côté exposé à la laine du large, elles n'en ont point du côté opposé. Il faut toujours, pour qu'il existe des dunes sur une côte, d'abord qu'elle soit agitée, puis, que sa pente soit très-faible et prolongée au loin sous les eaux. Sans ces conditions, le sable n'en forme pas.

§ 86. Les **sédiments vaseux** les plus fins, les plus légers, comme nous l'avons vu pour la Méditerranée, sont déposés au sein des mers tranquilles, dans les grandes profondeurs. Lorsque les courants agissent, il n'en est pas toujours ainsi. Une partie des sédiments fins sont sans doute encore transportés au-dessous des limites de leur action; mais une grande portion se dépose en même temps sur la côte, lorsque le permettent la tranquillité des eaux et la configuration du littoral. Partout où la côte est constamment battue de la vague ou soumise à l'action immédiate des courants, elle n'offre jamais que des sédiments sablonneux, débarrassés de toutes les particules vaseuses, comme on peut le voir sur la côte extérieure des îles de Noirmoutiers, de Ré et d'Oléron, et sur toutes les autres côtes du monde. Pour que les sédiments vaseux se déposent sur une côte maritime, au niveau des hautes marées, il est nécessaire qu'ils se trouvent garantis soit constamment, soit momentanément, de l'action immédiate des courants et des vents, tout en étant dans le voisinage même de ceux-ci. En effet, dans les circonstances actuelles, il faut des courants pour apporter ces sédiments vaseux en suspension dans les eaux, où ils ne pourraient se former, et d'un autre côté, pour qu'ils restent sur le littoral, il faut des golfes profonds, abrités, des côtes garanties par des îles, où le manque d'agitation des eaux leur permette de se déposer.

La vérité de cette assertion est démontrée par l'étude des lieux. Tandis que les côtes extérieures de l'île de Noirmoutiers, de l'île de Ré, de l'île d'Oléron, constamment en butte à l'action de la vague et des courants, sont couvertes de sables bien lavés dans toutes leurs parties, les côtes intérieures de ces mêmes îles, garanties en même temps de la houle et des courants, forment annuellement des atterrissements considérables de sédiments vaseux, où sont établis des marais salants, les principaux revenus industriels de la contrée. Si nous avons les deux genres de dépôts sur le littoral des îles séparées à peine par une langue de terre, nous les retrouvons encore sur une multitude de points du continent, chaque fois que la côte forme un golfe profond. On en voit des exemples

sur quelques parties de la Bretagne, à Beauvoir, dans la baie de Bourgneuf (Loire-Inférieure), sur la côte de Brouage (Charente-Inférieure); mais le point le plus remarquable que nous ayons étudié sous ce rapport, est le golfe de Luçon ou de l'Aiguillon, aux confins des départements de la Vendée et de la Charente-Inférieure.

Dans ce golfe tranquille, les dépôts vaseux sont si considérables, que, tous les ans, le continent s'accroit d'au moins une dizaine de mètres sur toute la circonférence du golfe. Il en résulte que l'île de la Dive, jadis isolée, est maintenant à une grande distance dans les terres, et que le golfe tend à se combler entièrement. La seule rivière qui y débouche est la Sèvre. Lorsqu'on l'étudie, on voit que, par son peu de pente, elle apporte à peine des sédiments à la mer ; d'ailleurs l'analyse de ces dépôts vaseux du golfe (appelés *terre de Brie*), qu'a fait faire M. Fleuriau de Bellevue, a donné une proportion considérable de silice, tandis que le cours de la Sèvre et les côtes voisines du golfe ne sont bordés que de terrains calcaires. Il est, dès lors, démontré que ces dépôts vaseux ont été apportés par les courants et proviennent très-probablement de l'usure des côtes de Bretagne, que les courants apportent sur la côte de la Vendée.

Chaque fois que, sur les autres points du monde, nous avons vu une disposition de côtes identique, nous avons remarqué des dépôts de même nature. La baie de San-Blas, et la Bahia-Blanca, sur les côtes de la Patagonie septentrionale, le golfe de Rio de Janeiro (Brésil), la baie de Mexillones sur la côte de Bolivia, le fond du port d'Alexandrie, de Brest, de Toulon, nous en offrent encore des exemples.

§ 87. En résumé, nous voyons actuellement se former en même temps:

1° Au-dessus du niveau des marées, des dunes de sable non stratifiées sur les côtes plates, agitées ou en butte aux courants;

2° Au niveau supérieur des marées, des couches horizontales de vase dans les golfes, sur les points abrités de la vague ou des courants ; des sables ou des cordons littoraux de galets, sur les côtes agitées ;

3° Au niveau du balancement des marées, des dépôts de vase en couches horizontales, sur les points très-tranquilles ; des dépôts de sable fin, sur d'autres lieux légèrement agités ; du gros sable, des cailloux, partout où la vague et les courants se font sentir avec force;

4° Enfin, au-dessous du balancement des marées, les sédiments forment des bancs de gros sable, dans les lits de courants, et des dépôts d'autant plus fins que la tranquillité est plus grande, en descendant dans les profondeurs de l'Océan. Les bancs formés sous l'influence des courants offrent quelquefois des couches inclinées; les sédiments fins forment des couches horizontales.

C. — Des perturbations naturelles dans les dépôts de sédiments.

§ 88. Nous appelons **perturbations naturelles**, tout ce qui, dans les causes physiques actuelles, peut interrompre momentanément l'ordre naturel des dépôts sédimentaires, comme les marées, les changements de vent, de courants, les tempêtes, les raz de marées, etc.

S'il n'y avait pas de perturbations, les dépôts sous-marins seraient toujours de même nature sur le même point; leur épaisseur deviendrait considérable, sans qu'ils présentassent de couches distinctes, et alors, on ne pourrait définir la formation des couches alternes si communes dans tous les étages géologiques; mais la nature actuelle vient encore nous expliquer comment, au milieu de dépôts de même âge, il peut y avoir des couches, des lits de différentes compositions et renfermant souvent des animaux distincts, comme on le voit dans les couches terrestres.

§ 89. Lorsque les **marées ordinaires** amènent des courants contraires, comme sur la côte de Dieppe, dans la Manche, où les courants du flux vont au sud-est, tandis que les courants du reflux vont au nord-ouest; entre l'île d'Oléron et la terre ferme, où ils sont dirigés au sud à la mer montante, et au nord à la mer descendante, on conçoit déjà que les molécules transportées subissent une perturbation périodique susceptible d'influence sur la nature des bancs qu'elles forment, en les divisant par petits lits distincts et d'égale épaisseur. En effet, si les molécules sont charriées six heures de suite dans une direction, et six heures dans une autre, il peut arriver, de ces deux côtés opposés, des matières de nature différente qui concourent à former de petites couches distinctes uniformes. A l'instant où, périodiquement, le courant change de direction, il doit encore; entre ces couches apportées par des courants opposés, se marquer un instant de repos, ou une plus grande perturbation sensible sur la nature de ces mêmes couches.

§ 90. Les **marées de syzygies** seules qui, périodiquement, tous les quinze jours, descendent et montent beaucoup plus que les autres, remuent plus profondément les sédiments déposés dans la mer et sur le rivage. Leur action doit encore apporter une certaine différence dans la nature et l'épaisseur des couches, de manière à les diviser par lits plus puissants ou plus minces, mais également distants les uns des autres.

§ 91. Les **changements de vent** ont encore une puissante action sur les dépôts sédimentaires, lors même qu'il fait beau temps. En 1846, les vents de l'est, du sud-est et du nord-est ont eu une plus longue durée que d'habitude. Le littoral de La Rochelle, qui en était abrité et se trouvait alors plus tranquille, a été couvert partout, sur les galets de la côte, sur les sables et même sur tous les parcs à huîtres des communes

de Nieul, de Marsilly, etc., d'une épaisse couche de sédiments vaseux. Ces dépôts sont restés tout l'été et n'ont été enlevés qu'au mois d'octobre, lorsque les premiers coups de vent du sud-ouest sont venus laver la côte. Comme la houle suit la direction des vents, on conçoit combien elle doit remuer le sable et le transporter tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Si nous avons vu des vases se répandre partout sur les galets, sur les sables des côtes de la Charente-Inférieure, nous avons vu aussi, bien souvent, sur les mêmes côtes et partout ailleurs, une couche de sable recouvrir de la vase. On la reconnaissait facilement à ce qu'on enfonçait quand on voulait y marcher. Il n'est pas un habitant du littoral qui ne sache que tel banc de roche est recouvert de sable, lorsque le vent vient d'une région déterminée, tandis qu'il en est libre par un vent contraire. Les couches argileuses de Villers, les bancs de calcaires de Luc (Calvados), de Châtelaillon (Charente-Inférieure), de Vissant (Pas-de-Calais), qui, suivant les vents, sont ou non cachées par le sable, prouvent l'influence de cet agent sur le transport des sédiments. Les baigneurs parisiens en ont fait cette année à Trouville une expérience peu agréable, la plage, remarquable par son sable fin, ayant été dénudée par des vents d'est qui n'y ont laissé que des galets.

La côte de Valparaiso (Chili) nous a offert un exemple curieux de l'effet sous-marin des vents. Le port est formé par le cap de *Coromillera*, qui le garantit des vents et des courants régnant toujours dans la direction du sud au nord. Alors, la rade de Valparaiso est tranquille ; son fond, par une assez grande profondeur, est formé de sédiments fins, et les eaux y sont pures et limpides. Lorsque, vers le mois de mars, presque tous les ans, le vent tourne à l'ouest ou au nord-ouest, le port n'est plus abrité ; la houle devient plus forte, remue le fond sur le mouillage, l'eau est chargée de particules terreuses en mouvement qui ne se déposent que lorsque le retour du vent vers le sud ramène la tranquillité. Nécessairement pendant cette agitation, les coquilles et les sédiments les plus pesants restent au fond et se tassent ; les autres molécules en mouvement ne se déposent que lorsque la période de repos recommence, se séparant alors en raison de leur densité. On conçoit que, suivant la longueur des intermittences entre les coups de vent, suivant la force du vent même, du mouvement qu'il imprime à l'élément aqueux, suivant enfin l'épaisseur des sédiments remués, il se forme, dans ces dépôts sous-marins, des lits alternatifs de coquilles et de sédiments plus fins, comme on le remarque si souvent dans les couches terrestres. Quand les coups de vent sont périodiques, et pour ainsi dire annuels, comme au Chili, aux Antilles et sur beaucoup d'autres points du monde, on concevra qu'il peut s'y former des couches successives, en quelque sorte d'égale épaisseur et se succédant régulièrement.

§ 92. **Des tempêtes.** Si, dans l'étude des causes naturelles de perturbation, nous voyons le changement de courant déterminé par la marée ou par le vent, produire des effets aussi marqués, nous pourrons juger de la valeur des perturbations apportées par un coup de vent, par une tempête ou par un raz de marée, qui remuent, avec plus de force et plus profondément, les sédiments déposés.

Dans une tempête, la somme des sédiments côtiers se trouve considérablement augmentée par la violence avec laquelle la vague frappe la côte; ce qui suffirait pour apporter, dans les dépôts des couches sédimentaires, une différence appréciable; mais il est une autre action plus forte produite par la tempête, et analogue à ce que nous avons observé à Valparaiso par le seul effet d'un changement de direction dans les vents régnants. Si, dans les temps calmes, la teinte sale de la mer que détermine la limite du mouvement des eaux, occupe, par exemple, un demi-kilomètre, on est étonné de la voir, pendant une tempête, quadrupler de largeur. Ce fait démontre que tous les sédiments sont alors remués d'une manière extraordinaire; et la force d'action est telle, au niveau de la marée, qu'elle démolit les constructions les plus solides que l'homme puisse lui opposer. Alors la perturbation sous-marine diffère suivant la direction des vents; néanmoins, son effet général est de remuer les sédiments à une profondeur proportionnée à son intensité. Dès que l'agitation se ralentit, les sédiments les plus pesants restent en place; les autres se déposent après, suivant leur pesanteur, jusqu'à ce que les phénomènes naturels reprennent leur cours. Il se fait encore un changement à cet instant : les courants propres à la côte enlèvent ce que la tempête avait placé sur leur passage, et les sédiments vont reprendre la place qu'ils occupent ordinairement dans la période de repos.

§ 93. **Résumé.** Les perturbations naturelles, qu'elles soient occasionnées par les marées, par les changements de courants, par les coups de vent ou par les tempêtes, tendent, comme on le voit, à interrompre l'ordre régulier des dépôts de sédiments et à les diviser par couches distinctes; à placer, par exemple, des sables sur les sédiments vaseux ou des sédiments vaseux sur les sables, à les diviser par lits, en changeant la nature minéralogique alternative des couches qui se succèdent. Ce résultat est très-important; car il nous explique ce caractère des lits séparés, si marqué dans les couches sédimentaires de tous les âges géologiques; et nous prouve, par la superposition de ces couches, par leur nature, par leurs lits, qu'elles se sont déposées en des circonstances absolument identiques aux *circonstances naturelles*, qui président aujourd'hui à la formation des couches sédimentaires actuelles.

D. — De la distribution des animaux morts dans les couches sédimentaires marines.

Maintenant que nous avons cherché à définir la manière dont se forment et se déposent dans la mer les sédiments actuels, nous allons chercher également, suivant leur nature et leur densité, ce que deviennent les corps organisés, dans les diverses circonstances signalées. *A priori*, l'on doit croire qu'ils se déposent en des lieux différents; et, pour le prouver, nous n'avons qu'à étudier les *animaux flottants* séparément des animaux ou des parties animales qui ne flottent pas.

§ 94. **Des animaux flottants.** Tous les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons qui meurent dans la mer, certains mollusques, tels que les céphalopodes, les aplysies et autres, dont la masse charnue est plus volumineuse et plus pesante que leur coquille, ainsi que les animaux de même nature transportés par les fleuves, sont destinés à flotter. En effet, dès l'instant que la décomposition organique se manifeste, il se dégage des gaz qui gonflent toutes leurs parties, les rendent plus légers, et les font remonter à la surface des eaux. Tout le monde connaît cette circonstance, sur laquelle nous croyons inutile d'insister.

D'autres parties organiques des êtres, comme la coquille remplie de loges aériennes des *Nautilus*, des *Spirula* et de la Seiche (*Sepia*), ne peuvent, même lorsqu'elles sont séparées de l'animal, faire autrement que de flotter, puisque les loges ou les divisions dont elles sont formées, n'ont pas de communication entre elles et que toutes sont remplies d'air.

On peut se demander où ces corps, tant qu'ils flotteront, pourront se déposer? Descendront-ils, comme on l'a cru quelquefois, jusqu'au fond des mers? Non; leur nature flottante s'y oppose de toutes les manières; ils seront donc infailliblement jetés sur le rivage. Il résulte de ce fait actuel, qu'on peut vérifier tous les jours sur le littoral, que les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les poissons *entiers*, ainsi que les coquilles flottantes des céphalopodes, n'ont pu, dans aucune circonstance, se déposer en pleine mer, et qu'elles ont dû nécessairement, lorsqu'elles flottaient encore, être jetées sur le littoral et seulement au niveau des hautes mers.

§ 95. Les animaux entiers, *s'ils sont poussés sur une côte rocailleuse*, se désorganisent promptement par l'action de la vague. Les parties charnues sont séparées des parties osseuses, et ces différentes parties, rentrent suivant leur densité, dans les sédiments de diverses natures (§ 87).

S'ils sont jetés sur une côte sablonneuse, ils se conservent quelquefois avec les diverses parties du squelette peu éloignées les unes des autres, si toutefois ces dernières sont recouvertes tout de suite par d'autres sédi-

ments, tandis que, le plus souvent, les parties se séparent et viennent encore former des sédiments qui se dispersent, d'après leur nature.

Si les animaux entiers sont, au contraire, portés par les courants *vers un golfe tranquille*, comme celui de l'Aiguillon, par exemple (§ 86), ils se déposent sur des sédiments fins qui les enveloppent avant que les os ne soient dispersés, et dès lors, non-seulement ils restent avec toutes leurs parties osseuses placées dans leurs rapports réciproques, mais encore ils peuvent, quelquefois, laisser l'empreinte des parties charnues.

§ 96. Nous avons obtenu, dans ce même golfe, la preuve que les corps en apparence les plus fugaces, et de la décomposition la plus prompte, pourraient encore imprimer des traces de leur existence sur les sédiments fins des plages tranquilles et vaseuses. En été, un grand nombre d'acalèphes des genres *Cyanea* et *Rhizostoma* sont jetés sur les côtes. Ceux qui entrent dans ce golfe, avec les dernières très-hautes marées d'une époque de syzygies ou d'équinoxe sont abandonnés sur la vase molle, où leur pesanteur spécifique imprime sa place et forme une empreinte. Si la marée, pendant les mortes eaux, n'atteint pas le lieu où l'acalèphe est déposé, il se décompose d'abord, se fond entièrement, en laissant, en creux sur la vase, l'empreinte bien distincte de toutes ses parties. Pendant douze, quelquefois vingt-quatre jours d'intervalle et même beaucoup plus, la marée suivante n'est pas aussi forte que la première; et si elle n'est pas poussée par le vent, la vase exposée à l'air, se dessèche au soleil, en conservant toutes les empreintes de sa surface, comme les pas des animaux riverains, les acalèphes ou tout autre objet. Lorsque la marée couvre enfin ces plages de vase, en apportant de nouveaux sédiments, elle passe à la surface durcie, sans détruire les empreintes, et revêt le tout d'une nouvelle couche; mais, comme les points en creux sont disposés de manière à recevoir les sédiments les plus lourds, ils sont presque toujours remplis de parties sableuses des plus fines, tandis que les derniers sédiments laissés sur le rivage sont ordinairement les plus légers; ce qui forme des couches en plaquettes. Il résulte évidemment de ce mode de dépôt que, si les plages vaseuses de l'Aiguillon devenaient fossiles, elles pourraient conserver, entre les couches, non-seulement les animaux entiers de toutes les natures, tels que mammifères, oiseaux, reptiles, poissons, crustacés, insectes, mollusques, les empreintes des animaux gélatineux, tels que les acalèphes, mais encore les empreintes physiologiques des pas d'animaux qui y ont marché, et même jusqu'aux fortes gouttes de pluie, dont nous avons souvent observé les traces sur la vase sèche. On voit que cette plage tranquille nous explique, à la fois, le mode de conservation des parties animales les plus faciles à se décomposer, et nous indique comment ont pu se conserver, jusqu'à nos jours, les empreintes *physiologiques* (§ 30) et les empreintes *physiques* (§ 31) qui ont tant

étonné les géologues, lorsqu'ils les ont découvertes dans les couches terrestres.

§ 97. Pour les **coquilles flottantes**, comme les *Nautilus*, les *Spirula*, les *Sepia*, elles ont beaucoup plus de chances de conservation. En effet, connaissant la fragilité de la coquille de la *Spirula*, nous avons été très-étonné d'en trouver un nombre considérable d'entières et de brisées, jetées pêle-mêle sur les cailloux de la plage agitée de l'île de Ténériffe. Ce fait actuel, appliqué aux coquilles des nombreux céphalopodes renfermés dans les couches terrestres, nous prouve qu'elles ont pu se conserver sur toute espèce de rivage. On conçoit, cependant, qu'elles doivent être d'autant plus intactes qu'elles ont été déposées sur des côtes formées de sédiments plus fins, moins agités; et les plages vaseuses sont encore les plus propres à cette conservation, ce qu'on remarque, en effet, dans les couches sédimentaires du globe. Ce fait actuel peut donner la certitude que les coquilles flottantes des céphalopodes n'ont pu se déposer en grand nombre dans les couches que sur le littoral, au niveau des hautes marées. C'est peut-être un des plus importants dans son application; car il pourra nous donner les moyens de retrouver, dans ces couches, les anciennes lignes littorales de toutes les époques géologiques qui se sont succédé depuis la première animalisation de la surface terrestre.

§ 98. Il est pourtant des circonstances où les coquilles flottantes peuvent perdre leur propriété; c'est lorsque, par exemple, formé de parties calcaires et cornées, le siphon qui traverse toutes les loges aériennes, s'altère, par le séjour prolongé dans les eaux; de manière à y laisser pénétrer l'élément aqueux. Une fracture occasionnée par un choc peut produire le même effet; mais alors, on ne trouvera que de rares coquilles isolées, et jamais on n'en rencontrera sur le même point un nombre considérable.

Si une coquille a cessé de flotter, lorsque l'air s'échappe de ses loges, on conçoit qu'il en sera de même pour l'animal flottant. En effet, pendant la durée de la putréfaction, s'il n'est pas jeté sur quelque côte, ce qui suppose une mer dépourvue de vents, et qu'il ait, au sein des eaux, le temps de se désorganiser, soit par les morsures des autres animaux voraces qui peuvent l'entamer, soit par le seul fait de la désorganisation, les diverses parties se séparent et tombent les unes après les autres où elles se trouvent; c'est-à-dire près ou loin des côtes. Ces circonstances suffisent pour expliquer la présence des coquilles flottantes isolées et des quelques ossements d'animaux vertébrés, dans les sédiments déposés au fond des mers; mais alors, il doit être presque impossible qu'un animal s'y trouve entier; tandis que tout porte à croire que les parties osseuses y tombent séparées les unes des autres.

§ 99. **Des animaux non flottants.** Nous avons dit que les animaux flottants, lorsqu'ils sont décomposés, se désorganisent et que leurs parties séparées subissent le même mode de répartition que les sédiments ordinaires (§ 95). Voyons maintenant ce que deviennent les animaux qui ne flottent jamais, lors même qu'ils sont entiers. De ce nombre sont presque tous les crustacés, les échinodermes, et sans exception, tous les mollusques à coquille et les polypiers.

§ 100. Dans les phénomènes actuels, il est des circonstances où, sans le concours d'aucune perturbation, des animaux peuvent être enveloppés de sédiments, dans leur position normale d'existence. Les coquilles bivalves qui vivent profondément enfoncées, sans pouvoir changer de lieu, comme les *Solen*, les *Lavignons*, les *Mya*, sont dans ce cas. Si elles *meurent de vieillesse* en place, et que les sédiments ne soient pas remués, elles y restent enfouies et peuvent devenir fossiles, dans cette position. C'est, en effet, ce que nous avons vu au-dessus de Marans, près de l'île d'Elle (Vendée), lorsqu'on a creusé, en 1837, un nouveau lit à la rivière de Vendée. Bien que ce point soit aujourd'hui à plus de seize kilomètres de la mer, il nous a montré, dans la tranchée, un nombre considérable de *lavignons*, dans leur position normale, tels qu'ils vivent sur le littoral voisin, dans le golfe de l'Aiguillon. On peut reconnaître les

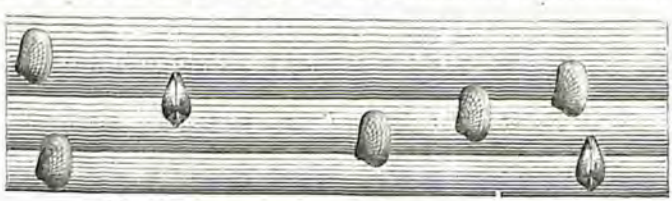


Fig. 40. Coquilles mortes successivement dans leur position normale.

coquilles en place, enveloppées de cette manière, à leur position respective dans les couches. D'abord elles sont presque toutes de même taille; et, comme elles meurent les unes après les autres, dans les sédiments qui s'augmentent toujours, elles y sont disséminées à diverses hauteurs, ainsi qu'on le voit souvent pour certaines *Pholadomya*, dans les couches fossilifères (*fig.* 40).

§ 101. Les coquilles bivalves peuvent être enveloppées dans les sédiments et périr fortuitement dans leur position normale, par la seule perturbation qu'apportent une tempête, un coup de vent, ou seulement la durée du vent, dans une seule direction. Nous avons observé plusieurs exemples de ce genre, sur le littoral de la France.

Un coup de vent avait, depuis quelques années, couvert d'une couche épaisse de sédiments tout l'intervalle compris entre le rocher du Cob et

le village du Viel, île de Noirmoutiers (Vendée), et anéanti simultanément toutes les nombreuses huîtres, les Solens et les autres coquillages de cette côte, que les habitants avaient coutume d'y trouver. Le même agent devait nous le dévoiler. En effet, dans un gros temps, les vents enlevèrent, de nouveau les sédiments ; et alors, nous observâmes, au même niveau, dans leur position normale verticale, un nombre considérable de solens et d'autres bivalves, dont la coquille venait saillir à la surface du sol.

§ 102. Nous avons dit (§ 91) qu'en 1846 les vents régnant de la région de l'est, avaient, pendant l'été, couvert de sédiments vaseux toutes les côtes rocailleuses des environs de La Rochelle (Charente-Inférieure). Comme nous savions que ces côtes sont ordinairement peuplées de coquilles perforantes, telles que des *Saxicava* et des *Gastrochæna*, nous attendions avec impatience les vents du sud et du sud-ouest, qui devaient laver la côte et nous montrer ce que pourraient être devenues ces coquilles, si souvent observées par nous. Lorsqu'enfin le mois d'octobre amena des vents sur la côte, nous reconnûmes que les coquilles dont toutes les pierres sont perforées, étaient toutes mortes et remplies de sédiments vaseux,

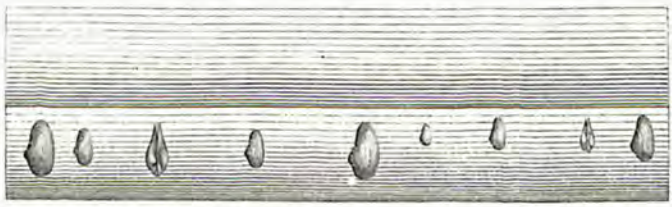


Fig. 41. Coquilles mortes dans leur position normale.

noirs et fétides. On peut distinguer ces coquilles enveloppées dans leur position normale, de sédiments apportés par une perturbation, par une cause fortuite, des coquilles mortes de vieillesse, en ce qu'elles sont, le plus souvent, sur un même niveau horizontal, au lieu d'être disséminées à toutes les hauteurs dans les couches (*fig.* 41).

§ 103. Les animaux non flottants sont souvent enlevés de leur habitation ordinaire par les perturbations naturelles, comme les coups de vent, les tempêtes. Les coquilles et les crustacés, blessés par le choc de la lame, sont alors enlevés des rochers et transportés au loin. Alors aussi, les coquilles enfoncées dans le sable, dans la vase, telles que les bivalves (*Venus*, *Tellina*, etc.), les *Natica* et autres gastéropodes des sables, sont ramenés à la surface et poussés avec violence sur la côte, ou forment des amas, entre les bancs de sable. Les animaux qui ne sont pas trop blessés tâchent, lorsque le mouvement cesse, de regagner leur élément naturel; mais le plus grand nombre des corps sous-marins enle-

vés de cette manière, périssent et subissent, en raison de leur pesanteur, les mêmes lois de distribution que les sédiments.

Les coquilles lourdes, les coraux, qu'ils soient entraînés par les courants, ou poussés par la vague, suivent la même répartition que les cailloux (§ 82); ils sont rarement transportés au large, et restent plus particulièrement soit près des rivages, soit sur le lieu où ils ont vécu. Lorsqu'ils sont jetés à la côte, ils subissent la même usure que les cailloux, et se trouvent pêle-mêle, avec les cailloux et les ossements, sans former de lits horizontaux bien marqués.

§ 104. Les coquilles plus légères, les coraux de petite dimension, suivent les sédiments de même pesanteur, et vont généralement former des bancs avec les sables ou sont jetés sur la côte (§ 83). Ils se conservent d'autant mieux qu'ils sont moins roulés, ou qu'ils sont plus promptement soustraits à l'action désorganisatrice de l'air et de l'eau. Les coquilles exposées à l'air sur le rivage se décomposent assez promptement; leur couleur, leur épiderme disparaissent; elles perdent ensuite des couches de leur test, et finissent par se détruire entièrement, dans un laps de temps assez court. Celles qui restent exposées à l'action de l'eau, s'anéantissent encore, même sans subir de frottement. Il n'y a que les coquilles enveloppées de sédiments qui se conservent actuellement, comme se sont conservés, dans les temps passés, les êtres de toutes les époques géologiques.

§ 105. Les animaux, ou leurs restes solides les plus légers, sont aussi transportés avec les sédiments de même densité (§ 86). Ils vont se déposer dans les profondeurs des mers, sur les fonds tranquilles et sur les côtes des golfes. Dans les profondeurs des mers, ils seront à l'abri des causes naturelles fortuites; sur les fonds tranquilles, ils pourront, quelle que soit leur fragilité, se conserver intacts pour l'avenir, comme nous l'avons vu pour les animaux flottants (§ 96), jetés dans un golfe couvert de sédiments.

§ 106. Comme les coquilles et les coraux sont, en général, un peu plus lourds que le sable, ou tout au moins d'un volume différent, transportés par les courants, ils forment, le plus souvent, ces bancs sous-marins, si connus des navigateurs et des ingénieurs hydrographes, et qui couvrent les côtes de presque tous les atterrages du monde. Les coquilles sont alors placées par les eaux dans la position la plus favorable à l'équilibre de l'ensemble, ce qui fait distinguer, dans les couches fossiles, ces bancs sous-marins des lits de coquilles jetés sur la côte, par la vague, où règne le plus grand désordre (*fig.* 42).

Les perturbations naturelles tendent également, comme nous l'avons vu (§ 91), à les séparer par assises, par lits horizontaux distincts, en les laissant au-dessous des sédiments plus légers; ainsi, toute espèce de mou-

vement sous-marin occasionné, soit par les courants, soit par les perturbations naturelles, tend toujours à séparer les corps suivant leur nature, comme on le voit si souvent dans les couches terrestres.

Fig. 42. Coquilles placées suivant leurs formes par les eaux

Il est cependant deux circonstances où les corps organisés et les coquilles de toute dimension pourront se trouver ensemble : l'une déterminée par le mouvement, l'autre produite par la tranquillité des eaux.

§ 107. Le **mouvement des eaux** amène à la fois, sur toutes les côtes, des animaux et leurs restes solides, quelles que soient d'ailleurs leurs dimensions. En effet, les ossements d'un mammifère se trouvent près des plus grosses coquilles, ou entourés des coquilles les plus légères, ainsi qu'on peut l'observer au niveau de la vague, sur les côtes de toutes les natures, de galets, de sable et même de sédiments vaseux. Aux parties usées et roulées par les eaux, et à l'espèce de désordre qui règne parmi cet assemblage, relativement à la position respective des corps, par rapport à leur forme, on peut, de suite, reconnaître qu'ils ont été poussés par une force active qui les a placés, souvent, dans une position contraire à l'équilibre des parties ; et ce caractère fera toujours distinguer une côte sous l'action de la vague, du fond d'une mer tranquille, où les êtres prennent invariablement la position que leur assigne rigoureusement l'équilibre de l'ensemble, à moins qu'ils ne restent dans leur position normale d'existence (§ 100).

§ 108. La **tranquillité des eaux**, avons-nous dit, peut également laisser, près les uns des autres, des restes organisés de grande dimension, et les parties les plus légères. Voici dans quelles circonstances. Quand une grosse coquille, d'un poids déterminé, vit sur des sédiments assez fins et y meurt, si l'action du courant, assez forte sur ce point, pour transporter des sédiments fins, ne l'est pas assez pour déplacer la coquille, elle restera, nécessairement, au milieu des corps organisés les plus petits. La réunion sera d'autant plus variée et d'autant plus disparate que la tranquillité est plus grande ; car alors, tous les animaux non susceptibles de flotter par la putréfaction, tels que les Crustacés, les Oursins, les Astéries même, demeureront sur la place où ils sont morts, et se conserveront intacts, comme on le voit, par exemple, dans la craie blanche de Paris; mais en ce cas tous ces corps seront non roulés, et dans une position

relative à l'équilibre de leurs formes respectives, ou dans leur position normale d'existence.

En nous résumant sur la manière dont les animaux entiers, ou les diverses parties d'un animal mort ont pu se soustraire à l'action désorganisatrice des agents extérieurs, nous verrons que leur conservation dépend essentiellement, et dans toutes les circonstances, des milieux qui les environnent, à l'instant où ils cessent d'exister. Les eaux servant de conducteur pour le transport des sédiments, sont les milieux les plus favorables; aussi trouve-t-on que la presque totalité des corps organisés fossiles se sont conservés sous l'action immédiate de cet important agent, et qu'ils sont renfermés au sein des couches géologiques, dans les roches sédimentaires. Nous verrons encore que, suivant leur nature flottante ou non flottante, suivant leur mode de conservation, ils peuvent, dans les couches géologiques, faire parfaitement reconnaître sous quelles influences ils ont dû se déposer sur le littoral au niveau et au-dessous des marées, ou dans les profondeurs des mers.

E. — De la répartition géographique et isotherme des êtres marins.

Après avoir étudié la répartition, dans les mers, des êtres inanimés, inorts, qui, comme des corps inertes, vont où les poussent les divers agents, voyons ce que les habitudes, la manière de vivre des animaux marins pourront nous offrir de particulier et de spécial, d'après leur milieu d'existence, leurs nécessités vitales, etc.

L'étude de la distribution géographique des animaux est d'une immense importance en Paléontologie, puisque, procédant du connu à l'inconnu, elle est destinée à nous révéler, par les lois qui président, aujourd'hui, à la distribution géographique et isotherme des êtres vivants, ce qui s'est manifesté aux diverses époques de l'animalisation de notre globe. C'est, en effet, dans cette distribution géographique que la Paléontologie générale doit puiser des renseignements sur les conditions d'existence des espèces perdues. Sans cette connaissance préalable, toutes les comparaisons qu'on pourrait faire, toutes les déductions qu'on pourrait tirer, n'étant pas appuyées sur des faits positifs, incontestables, l'édifice pécherait par la base et croulerait infailliblement. Bien pénétré de ce principe, que des recherches positives à cet égard peuvent seules expliquer la formation surtout des couches des terrains tertiaires, nous nous sommes livré pendant longtemps à ce genre d'investigation. On a sans doute écrit beaucoup de théories sur les dépôts tertiaires les plus rapprochés de nous, et dès lors dans les conditions actuelles; mais si l'on veut arriver à des solutions réellement satisfaisantes, la marche

positive de la science exige qu'on remplace des suppositions souvent hasardées par le résultat de l'observation immédiate.

Comme les animaux marins ont des habitudes très-différentes, qui influent sur leur mode de distribution, nous les diviserons en deux séries, selon qu'ils vivent seulement au milieu des mers, et sont *Pélagiens ;* ou qu'ils restent sur le littoral, et sont essentiellement *Côtiers.*

§ 109. Nous avons appelé **Animaux Pélagiens,** tous ceux que leurs habitudes retiennent constamment au large, dans les océans, et qui ne s'approchent des côtes que par des causes fortuites. De ce nombre sont beaucoup de poissons, de mollusques céphalopodes et ptéropodes. Les études spéciales que nous avons faites à leur égard (*Céphalopodes acétabulifères,* introduction, et *Mollusques de l'Amérique mérid.,* p. 68), nous ont démontré que, malgré le nombre des espèces qui passent indifféremment d'un océan à l'autre, plus des deux tiers du nombre des espèces de chaque océan lui sont spéciales. Ces nombres prouvent que des limites fixes d'habitation existent encore pour des animaux que leur puissance de locomotion, leurs mœurs pélagiennes devraient répartir à la fois au sein de toutes les mers, si le cap Horn d'un côté, le cap de Bonne-Espérance de l'autre, n'étaient pas dans une position méridionale tout à fait en dehors de la zone torride qu'habitent presque toutes les espèces, et ne leur opposaient des barrières infranchissables.

Pour arriver à reconnaître si la température influe sur la répartition des céphalopodes connus, nous les avons divisés en trois zones: nous avons eu pour la *zone chaude* 78 espèces, pour la *zone tempérée* 35, et pour la *zone froide* 7. Cette différence dans les résultats nous a prouvé que l'unité de température est, plus que les autres agents, la véritable base de la distribution géographique des animaux des hautes mers. On peut ajouter qu'on les trouve d'autant plus variés dans leurs formes, d'autant plus nombreux en espèces, qu'on s'approche davantage des régions chaudes.

Ce qui précède démontre que chaque mer et chaque région de température des mers peut avoir ses espèces particulières, et dès lors influer sur la nature actuelle des espèces qui s'y déposent. En effet, les céphalopodes, les ptéropodes qui meurent au sein des eaux, et dont les restes tombent dans la mer, doivent nécessairement, suivant cette répartition, donner en même temps, dans chaque mer, ou dans chaque région des mers, un ensemble d'espèces différentes et qu'on pourrait regarder, pour les faunes perdues de l'époque tertiaire, comme appartenant à une époque géologique distincte.

§ 110. Les **Animaux Côtiers** sont, pour nous, ceux qui vivent constamment sur le littoral, et que leurs habitudes attachent plus particulièrement au sol sous-marin, quelle qu'en soit la nature. Néanmoins les

animaux côtiers ne vivent pas indifféremment partout ; et les recherches que nous avons faites pour découvrir les lois qui président à leur distribution sur les côtes (*Mollusques de l'Amérique méridionale*, introduction), nous ont prouvé que quatre genres d'influences agissent simultanément ou séparément sur cette répartition : les *courants*, la *température*, la *configuration*, la *nature des côtes*, et le *niveau de profondeur spécial à l'habitation de chaque espèce*. Nous examinerons chacune de ces influences en particulier.

§ 111. Les **courants**. On a beaucoup exagéré l'importance des courants dans les causes géologiques, en leur attribuant des effets qu'ils n'ont pas, et qu'ils ne peuvent avoir. On a supposé, par exemple, que si l'isthme de Panama se rompait, des courants pourraient amener sur nos côtes des animaux marins de l'Amérique. Si l'isthme de Panama se rompait, qu'arriverait-il ? Les animaux pélagiens et quelques animaux côtiers des deux mers se mélangeraient, sur le littoral voisin, sous l'action de ce nouvel agent et constitueraient une faune complexe ; mais la grande quantité d'espèces identiques prouverait toujours leur contemporanéité, sans amener d'autre changement. En supposant même que ce courant portât directement de l'Amérique sur l'Europe, il ne pourrait, tout au plus, charrier que des restes flottants non décomposables dans l'eau, tels que les bois et les graines ; car, pour qu'il pût entraîner des êtres sous-marins, tels que des coquilles non flottantes, il faudrait que toute la profondeur des mers comprise dans l'intervalle fût comblée et nivelée, sans cela les sédiments transportés resteraient en route et s'arrêteraient où la profondeur de l'action des courants cesse de se faire sentir. Comme on le voit sur nos côtes, les courants n'ont d'action que sur le littoral, et seulement dans leurs parties les moins profondes. Nos recherches nous ont encore prouvé que cette action ne peut, en aucune manière, avoir d'influence d'un continent à l'autre, lorsqu'une mer profonde les sépare.

§ 112. Dans les circonstances actuelles, quelle que soit la force des courants, la profondeur d'une mer est, pour les animaux côtiers, une barrière aussi infranchissable que les grandes lignes continentales. L'action passive de ces profondeurs est de séparer, de cantonner les êtres marins des côtes, et d'en former des faunes distinctes et pourtant contemporaines. La faune maritime tropicale des côtes d'Afrique diffère autant de la faune des côtes de l'Amérique, placée sous la même température, que les deux faunes côtières de l'Amérique méridionale propres au Grand Océan et à l'océan Atlantique, que sépare tout le continent américain. La faune des îles Gallopagos diffère entièrement de la faune du continent américain voisin. La faune des îles Sandwich et des autres îles océaniennes est également particulière.

On ne trouve généralement les mêmes êtres que lorsqu'il y a identité de température, et une côte non interrompue sur laquelle ils ont pu se propager au loin. Plus on avance dans les recherches géographiques comparées et positives, et plus cette loi vient se confirmer. Nous insistons sur ce fait qui peut recevoir une application importante en Paléontologie.

Il se passe, néanmoins, sur toutes les côtes très-étendues en latitude, des phénomènes déterminés par les courants : nous allons chercher à les définir.

§ 113. En retraçant ici les résultats obtenus sur une large échelle par nos recherches relatives aux mollusques côtiers de l'Amérique méridionale, nous dirons que, d'après la carte du *mouvement des eaux à la surface de la mer*, que M. Duperrey a publiée en 1831 (*fig.* 43), et d'après nos

Fig. 43. Carte du mouvement des eaux à la surface de la mer.

propres observations, on reconnait qu'un immense courant, parti des régions polaires du Grand Océan comprises entre le 135e et le 165e degré de longitude occidentale et se dirigeant au sud-est, vient se heurter contre le littoral de l'Amérique méridionale, à la hauteur de l'archipel de Chiloé, où il se sépare en deux bras. Le plus considérable suit, du sud au nord, le littoral de l'Amérique jusqu'à quelques degrés au sud de l'équateur, où il tourne à l'ouest, dans la direction des iles de la Société. Le second bras suit, au contraire, vers le sud ; une petite partie passe à l'est, par le détroit de Magellan ; l'autre bras, dirigé de l'ouest à l'est, va doubler le cap Horn, d'où il se divise encore. Un bras se rend aux iles Malouines, tandis que l'autre, en faisant des remous, rejoint les eaux qui ont passé par le détroit de Magellan, pour suivre au nord le littoral de

la Patagonie, de la Plata et du Brésil. On voit donc que les courants généraux se heurtent et se séparent sur les régions froides de l'extrémité méridionale de l'Amérique, et longent parallèlement, en marchant vers le nord, les deux côtes de ce continent. Il serait trop long de retracer notre travail en entier. Nous nous contenterons d'en donner les résultats généraux les plus importants.

Par leur action continuelle dans une même direction, les courants généraux tendent à répandre, sur tous les points du littoral où ils passent, les animaux côtiers qui peuvent supporter une grande différence de température. Ils peuvent aussi, en transportant des eaux froides vers des points où la zone de latitude devait donner une température élevée, changer tout à fait la nature des faunes. Le *Siphonaria Lessonii*, qui suit, en effet, à la fois, les deux côtes de l'Amérique, depuis leur point de départ, sur toute l'extension des courants, en est une preuve. Dans l'océan Atlantique, huit espèces suivent les courants généraux des côtes de la Patagonie jusqu'aux Antilles ; où, sur l'immense étendue de soixante-dix degrés en latitude, neuf en parcourent seulement vingt, de la Patagonie aux limites tropicales. Dans le Grand Océan, dix-neuf espèces habitent, sous cette influence, vingt-deux degrés en latitude, en traversant plusieurs zones de chaleur différente, tandis qu'elles cessent d'exister aux dernières limites septentrionales de ces mêmes courants, comme on le voit pour la faune du Callao.

Une preuve incontestable de cette action des courants se trouve dans la limite d'habitation des êtres côtiers qu'ils transportent, par rapport à la latitude. Les courants de l'océan Atlantique perdent, au 34ᵉ degré, leur force continuelle; aussi la faune tropicale commence-t-elle à paraitre au 23ᵉ degré, et la faune des régions tempérées ne montre plus, au delà, que quelques espèces plus indifférentes à la température.

Les courants du Grand Océan conservent, au contraire, la même force jusqu'au delà du 12ᵉ degré de latitude, en portant avec violence, du sud au nord, des eaux froides sur tout leur passage. Il en résulte que les espèces des mollusques côtiers des régions tempérées y sont transportées jusqu'à douze degrés en dedans du tropique du capricorne, comme on le voit au Callao, port de Lima. On doit donc attribuer aux courants généraux cette influence d'inégale valeur qui entraine les mollusques côtiers des régions froides et tempérées d'un côté jusqu'à neuf degrés seulement en dedans des tropiques, et de l'autre jusqu'à la fin de la zone équatoriale, de l'hémisphère opposé.

Si l'action incessante des courants a, le plus souvent, pour effet d'étendre les limites des faunes côtières, il lui est, au contraire, quelquefois réservé de les limiter.

On doit, par exemple, à l'action combinée des courants et de la température la séparation de toutes les espèces des deux faunes parallèles de l'Amérique méridionale, l'une propre au Grand Océan, l'autre à l'océan Atlantique. Ce sont évidemment ces courants glacés du Grand Océan, venant du pôle et contournant l'extrémité du cap Horn, qui, en passant dans l'océan Atlantique, séparent nettement les deux faunes américaines si distinctes.

Le fait le plus important est, sans contredit, celui que nous avons observé entre le Callao et Payta (Pérou). En effet, tant que les courants généraux suivent, du sud au nord, les côtes du Grand Océan, ils refroidissent tellement les eaux qui les baignent, que les mollusques des régions froides et tempérées sont portés jusqu'à neuf degrés en dedans du tropique du capricorne ; mais, dans les parages compris entre le Callao et Payta, à l'instant où les courants tournent brusquement à l'ouest et abandonnent les côtes américaines, la température reprend immédiatement son influence, et l'on trouve, tout de suite, une faune tout à fait différente, propre aux régions chaudes.

En résumant ces résultats opposés les uns aux autres, on voit que si, par la continuité de leur action, les courants tendent à répandre les mollusques côtiers en dehors de leurs limites naturelles de latitude, ainsi qu'on le voit sur les deux côtes de l'Amérique méridionale, lorsqu'ils doublent un cap avancé vers le pôle, comme le cap Horn, ou encore, lorsqu'ils abandonnent brusquement les côtes, dans des régions chaudes, comme ils le font au nord du Callao, on leur doit, au contraire, l'isolement et le cantonnement des faunes locales.

§ 114. **De la température**. Nos observations sur les mollusques côtiers de l'Amérique méridionale nous ont prouvé, de plus, que la pointe très-prononcée vers le pôle qui, sur ce continent, sépare nettement l'océan Atlantique du Grand Océan, sert de barrière naturelle de température entre les faunes de mollusques côtiers propres à chacun d'eux. On voit, par exemple, que sur *six cent vingt-huit* espèces de mollusques côtiers de l'Amérique méridionale, une seule est commune aux deux océans, tandis que toutes les autres sont, au contraire, spéciales soit au Grand Océan, soit à l'océan Atlantique. Néanmoins ces résultats inattendus se compliquent évidemment des influences dues aux courants généraux ; car la température n'aurait pas, à elle seule, une aussi puissante action. En effet, le plus ordinairement, ces deux causes se contrarient ; mais dans cette circonstance, par une exception remarquable, elles agissent simultanément aux régions les plus méridionales, en séparant plus nettement encore les faunes côtières des deux océans.

Si, dans quelques cas, les courants généraux tendent à répandre les êtres côtiers sur tout leur cours, la température, au contraire, cantonne

les espèces dans des limites plus ou moins restreintes, suivant les variations de température qu'elles peuvent supporter.

On en a la preuve par le nombre des mollusques propres aux différents points de la côte des deux océans soumis à l'action incessante des courants, et plus positivement encore par le nombre élevé des espèces propres aux deux points extrêmes de la distance baignée par les courants, puisque, dans le Grand Océan, les espèces propres aux régions tempérées sont le double, et que les espèces des régions chaudes sont près de la moitié des espèces voyageuses; que, dans l'océan Atlantique, les espèces propres aux régions tempérées et chaudes sont quatre fois plus nombreuses que les espèces communes aux deux régions à la fois.

La plus remarquable enfin, se trouve surtout dans la différence subite qu'on remarque entre la composition des faunes locales de Payta, et de celles des parties situées au sud En effet, dès que l'action incessante des courants ne se fait plus sentir, la température reprend aussitôt toute son influence, et l'on voit paraître une faune différente et spéciale aux régions chaudes.

En nous résumant, les faits nombreux qui précèdent montrent que, malgré l'action directe des courants, l'action passive de la chaleur se manifeste partout d'une manière très-marquée, par le cantonnement des espèces entre des limites de latitude plus ou moins restreintes, des deux côtés de l'Amérique méridionale.

§ 115. La **configuration** d'un littoral n'agit pas moins puissamment. Tout le monde a remarqué cette pointe étroite qui, s'avançant de la zone torride vers le pôle, jusqu'au 55e degré de latitude sud, sépare l'océan Atlantique du Grand Océan, en traçant, entre l'une et l'autre mer, une limite des mieux marquées. Tout le monde a pu remarquer encore cette chaîne imposante des Cordillères qui court, du sud au nord, parallèlement au littoral du Grand Océan, et présente, sur les côtes de son versant occidental, les pentes les plus abruptes, tandis que son versant oriental s'abaisse lentement vers l'océan Atlantique, et forme, sur toutes les régions méridionales, des côtes basses étendues au loin dans la mer.

On a déjà vu le résultat de la forme du continent, sur la séparation des deux faunes distinctes. Nous allons maintenant déduire les effets généraux de la seule configuration orographique.

Le rapport du nombre des genres spéciaux ou communs aux deux mers démontre cette influence, puisque la moitié de l'ensemble ne se trouve que dans l'un des océans.

Genres qui se trouvent des deux côtés de l'Amérique à la fois. 55 } 110
Genres qui se trouvent d'un seul côté. . . . . 55 }

	Sur ce nombre	
Genres existant sur la côte américaine du Grand Océan.	89	
Genres qui manquent dans le Grand Océan et qui se trouvent de l'autre côté.	21	110
Genres existant sur la côte américaine de l'océan Atlantique.	76	
Genres qui manquent dans l'océan Atlantique et se trouvent de l'autre côté.	34	110

Il est facile de se convaincre, par l'étude des mœurs des mollusques, que les genres qui dominent dans le Grand Océan vivent principalement sur les rochers, tandis que ceux de l'océan Atlantique, qui manquent au versant occidental, habitent seulement les fonds de sable ou de sable vaseux. Il est, dès lors, certain que la différence de configuration orographique du littoral des deux océans qui baignent l'Amérique méridionale, exerce, par les conditions d'existence plus ou moins favorables qu'elle offre aux mollusques côtiers, suivant leurs genres, une immense influence sur la composition zoologique des faunes qui les habitent.

Résumé. Avant de terminer l'exposé des résultats généraux, nous dirons que, de l'ensemble des trois genres d'influences combinées, les courants, la température et la configuration des côtes, on peut conclure avec certitude, que tout en dépendant de ces trois ordres de faits, les lois qui président à la distribution géographique des mollusques côtiers, peuvent se réduire à deux actions contraires :

1° L'une, celle des courants qui, dans certaines circonstances, tendent à répandre partout où ils passent sur une même côte, les espèces indifférentes à la température ;

2° L'autre, plus générale, dépendant encore des courants, de la température et de la configuration orographique, qui tendent, au contraire, à restreindre ou à cantonner les êtres entre des limites plus ou moins larges, bien que sur la côte d'un même continent.

L'étude de tous les faits généraux que nous venons de déduire de la distribution géographique des mollusques côtiers, nous amène naturellement aux conclusions suivantes, immédiatement applicables aux faunes paléontologiques des terrains tertiaires, mais des terrains tertiaires seulement ; car, dans les faunes antérieures, l'action du cantonnement, déterminée par la latitude, était plus ou moins neutralisée par la chaleur propre au globe terrestre :

1° Deux mers voisines, communiquant entre elles, mais séparées seulement par un cap avancé vers le pôle, peuvent avoir des faunes côtières distinctes.

2° Il peut exister, en même temps, par la seule action de la tempéra-

ture, dans le même océan et sur le même continent, des faunes côtières distinctes, suivant les diverses zones de latitude.

3° Sous la même zone de température, sur des côtes voisines d'un même continent, les courants peuvent déterminer des faunes côtières particulières.

4° Une faune distincte de la faune côtière du continent le plus voisin, peut exister sur un archipel, lorsqu'il en est séparé par une mer profonde.

5° Des faunes côtières distinctes, ou du moins très-différentes entre elles, peuvent se montrer sur des côtes voisines, par la seule action de la configuration orographique.

6° Lorsqu'on trouve les mêmes espèces sur une immense étendue en latitude, dans un même bassin, les courants en seront la cause.

7° Les espèces identiques entre deux bassins voisins annoncent des communications directes entre eux.

§ 116. Maintenant si, prenant les choses sur une échelle plus restreinte et choisissant des lieux que tout le monde ici peut visiter, nous parcourons encore les côtes de France, sous le rapport de l'influence que peut exercer la nature du littoral sur la composition des faunes qui les habitent, nous serons frappés de ces différences, en comparant des points placés souvent à quelques kilomètres seulement les uns des autres.

Les *côtes* de France bordées de *rochers*, comme celles de beaucoup de points de la Seine-Inférieure, du Calvados, de la Bretagne, des départements de la Vendée et de la Charente-Inférieure, nous offrent, exclusivement parmi les mollusques, les genres : *Littorina*, *Purpura*, *Murex*, *Trochus*, *Aplysia*, *Patella*, *Pholas*, *Petricola*, *Saxicava*; des *Echinus*, des *Comatula*; des *Serpula*; des *Graps*, parmi les crustacés, etc., etc.

§ 117. Les **fonds** et les **baies de sable pur** des mêmes côtes, surtout de la Vendée, de la Gironde et des Landes, ne montrent pas un seul des genres cités, mais bien les genres *Nassa*, *Cassis*, *Fusus*, *Chenopus*, *Scalaria*, *Natica*, *Cardium*, *Tellina*, *Donax*, *Arcopagia*, *Pandora*, *Mactra*, *Solen*, etc., etc.

§ 118. Les **fonds vaseux** ou de sable vaseux de ces mêmes côtes, ou du golfe de l'Aiguillon (Vendée), par exemple, montrent des *Paludestrina*, des *Lavignons*, des *Lyonsia*, et quelques espèces particulières de *Tellina*, de *Mya*, de *Cardium*, etc.

La différence de composition des faunes locales, suivant la nature des lieux, est parfaitement tranchée. Tels genres se trouvent toujours sur les rochers, tels autres sur les plages sablonneuses ou sur les vases ; et chaque nature de côte montre ses animaux spéciaux, qui ne se voient ailleurs que lorsqu'ils y ont été poussés par la vague ou par les courants;

fait si connu des pêcheurs, qu'ils vont toujours sur des lieux différents, suivant la nature de pêche qu'ils désirent faire.

§ 119. Sur nos côtes et sur d'autres côtes chaudes, les *récifs de coraux*, les *îles madréporiques* ont également leur faune spéciale, souvent distincte, dans son ensemble, des faunes côtières voisines. Cette faune, comme celle de certaines parties des Antilles et des îles océaniennes, est caractérisée, non-seulement par ses nombreux polypiers, mais encore par des genres particuliers de mollusques fixes et d'échinodermes, tels que les *Chama*, les *Spondylus*, les *Cidaris*, etc.

Niveau d'habitation des mollusques côtiers. Il est encore une cause qui peut influer sur la composition d'un ensemble de faune locale : la zone d'habitation spéciale à chaque espèce en particulier, sur chaque nature de côte. En parcourant le littoral de la France, on s'en convaincra, au premier coup d'œil qu'on jettera autour de soi sur les êtres qui s'y trouvent.

§ 120. Au niveau des fortes marées de syzygies, c'est-à-dire à une hauteur baignée seulement par les fortes marées, on trouvera, sur les côtes rocailleuses, les *Littorina rudis* et *Lamarckii*, des *Patelles*, parmi les mollusques, les Graps, les Ligies parmi les crustacés ; sur les côtes vaseuses, les diverses espèces de *Paludestrina* et des *Lavignons*.

§ 121. Au niveau du balancement des marées ordinaires, c'est-à-dire de manière à être baignés par toutes les marées et mis à sec assez souvent, se voient, sur les côtes rocailleuses, les *Littorina littorea* et *Neritoïdes*, des *Trochus*, des *Murex*, des *Purpura*, des *Aplysia*, le *Mitylus edulis*, des *Petricola*, le *Pecten varius*, des *Saxicava*, des *Pholas*, des *Venus*, des *Serpula*, des *Echinus*, une foule de crustacés. Sur les côtes sablonneuses vivent des *Nassa*, des *Scalaria*, des *Natica*, le *Cardium edule*, l'*Ostrea edulis*, des *Tellina*, des *Donax*, des *Pandora*, des *Mactra*, des *Solen*, des *Lutraria*, etc. Sur des côtes vaseuses, se trouvent en abondance, certaines Tellines, des *Lyonsia*, la *Mya arenaria*, etc.

§ 122. **Au-dessous du balancement des marées** à des niveaux différents de profondeur, vivent encore des êtres particuliers, les uns peu au-dessous des autres jusqu'à de grandes profondeurs, et tous divisés suivant la nature du sol.

Sur un sol rocailleux on trouve, surtout à de grandes profondeurs, des mollusques brachiopodes, tels que des *Terebratula*, des *Megatheris*, des *Terebratulina*, des *Crania*, des *Thecidea*, beaucoup de *Comatula*, d'*Echinus*, de *Bryozoaires* pierreux et des polypiers flexibles, appartenant aux animaux rayonnés. C'est surtout dans cette zone que les êtres cités prennent un plus grand développement et sont plus abondants.

Sur les côtes sablonneuses, ou de sable vaseux, vivent des *Nassa* par-

34237 9.

ticuliers, quelques *Trochus*, l'*Acteon fasciatus*, le *Venus Dionæ*, des *Pecten*, le *Janira gigantea*, le *Nucula margaritacea*, etc., etc.

En nous résumant sur l'action passive de la nature des côtes maritimes et des zones différentes de profondeurs, suivant ces côtes, où vivent les animaux, on voit que, de ces deux causes combinées ou séparées, naissent des différences constantes très-marquées dans la composition de faunes locales souvent très-voisines les unes des autres. Nous ferons remarquer que ces deux genres d'influences ont dû avoir la même importance à toutes les époques de l'animalisation du globe, et qu'il convient de la faire entrer dans l'étude comparative des étages, afin de ne pas prendre pour des époques distinctes dans les couches, des différences de faunes qui ne sont dues qu'à la zone de profondeur, à la nature du sol où l'on trouve les espèces qu'elles renferment. Dans ce cas, on trouvera toujours quelques espèces identiques qui résoudront la question ; car nous avons vu (§ 103) que le moindre mouvement, qu'il soit déterminé par la vague ou par les courants, tend, au contraire, à tout mêler, suivant la densité ; et, dès lors, il paraît impossible que quelques individus de chaque zone, de chaque nature de côte, ne soient pas mélangés, sur quelques points des couches sédimentaires d'un même parage.

†† *DES SÉDIMENTS TERRESTRES ET FLUVIO-TERRESTRES.*

§ 123. Nous désignons ainsi les particules terreuses et autres, de toutes natures et de toutes dimensions, qui, séparées des couches ou des roches, se trouvent actuellement répandues à la surface terrestre des continents. La terre végétale qui recouvre le sol sur une grande étendue, les tourbes, les vases des marais fangeux, les parties désagrégées des roches de toute composition qui comblent les lacs, les vallées, sont pour nous des sédiments aussi bien que les cailloux, les galets roulés par les torrents et par les fleuves. Une simple promenade dans la campagne suffira souvent pour convaincre l'observateur le moins exercé que des sédiments de nature très-variée couvrent à la fois les diverses régions d'un continent.

A. — Formation des sédiments terrestres.

Ils se forment, comme une partie des sédiments marins (§ 75), par l'usure des couches ou des roches de toute nature, qui composent l'écorce terrestre. Les agents sont : dans les régions boréales et australes du globe, la gelée et les pluies ; dans les régions chaudes, les pluies seulement.

§ 124. Les **gelées** ont une très-forte action désorganisatrice sur les différentes roches, action d'autant plus puissante que la roche est plus poreuse et qu'elle laisse plus facilement pénétrer l'eau. Cet effet de la gelée est si connu, qu'il n'est pas un carrier des environs de

Paris qui ne cherche à s'en garantir, en couvrant de paille, durant l'hiver, les blocs extraits des carrières. La gelée fendille la surface de manière à en désagréger les différentes parties qui se divisent alors, soit en feuillets parallèles pour les roches sédimentaires, soit en calottes de diverses épaisseurs, pour les roches granitiques ; et cette épaisseur est toujours déterminée par l'intensité de la gelée, par la dureté des roches et par leur nature minéralogique. Quelques roches sédimentaires, par exemple les calcaires grossiers des environs de Paris, certains calcaires marneux des terrains jurassiques et crétacés, donnent, tous les ans, une quantité assez considérable de sédiments. D'autres roches en fournissent très-peu ; néanmoins on peut dire que, malgré leur dureté, toutes les roches donnent toujours, par quelques parties exposées à l'air, prise à l'action désorganisatrice de la gelée, lorsqu'il s'y mêle des pluies alternatives. Dans le cas où, comme sur le versant occidental des Andes boliviennes comprises entre les 12e et 25e degrés de latitude sud, il ne pleut jamais, les gelées n'ont aucune action de désorganisation ; aussi les roches restent-elles intactes ou en fragments anguleux produits par les tremblements de terre.

§ 125. Les **pluies** sont donc indispensables pour que la gelée ait une action désorganisatrice sur les roches. Elles sont encore les moyens mécaniques propres à transporter les sédiments désagrégés ; et, dans quelques cas, leur action seule peut produire des sédiments. L'action de la pluie sur les parties désagrégées, facile à concevoir, humecte d'abord, délaye ensuite et entraine avec elle les parties plus ténues de ces détritus. A mesure que la masse d'eau s'augmente sur les pentes, elle acquiert de la puissance, de la force. La goutte d'eau qui, au sommet d'une montagne, n'entraine que la plus mince particule terreuse, emporte sur son passage, lorsqu'elle est réunie à beaucoup d'autres, d'abord des graviers, puis des cailloux ; et, bientôt accrue, devient torrent et balaye, devant elle, tout ce qui s'oppose à sa marche impétueuse. L'action combinée de la pluie et de la gelée tend au nivellement. Désagrégées par cet agent, les particules de toute dimension sont transportées par la pluie des parties élevées vers les vallées et vers les plaines.

La seule action des eaux produit souvent le même effet de désagrégation des roches, suivant la *nature des roches* mêmes, et la *disposition des lieux*.

§ 126. La **nature de la roche** donne plus ou moins de prise à l'action des eaux. Telle roche argileuse, ou argilo-calcaire, comme les marnes du lias des coteaux de Semur (Côte-d'Or), d'Avallon (Yonne), de Saint-Amand (Cher), des Hautes et des Basses-Alpes, absorbe d'abord la pluie jusqu'à une assez grande profondeur ; puis se ramollit, se délaye

même; et les particules en sont entraînées par les eaux vers les points placés à un niveau inférieur.

§ 127. La **disposition des lieux** influe sur la quantité des sédiments enlevés; car on conçoit que des terrains presque horizontaux peuvent s'humecter et se délayer comme les coteaux; mais, tandis que sur une surface plane, ces parties délayées restent, pour ainsi dire, en place, elles sont transportées au loin sur un penchant de montagne. Les torrents creusent partout de profonds ravins et entraînent d'autant plus de matériaux que la pente est plus rapide, que les couches sont plus meubles. Dans les coudes où l'eau vient battre avec force, il se forme des escarpements qui, minés par les eaux, s'abîment les uns après les autres. En certains cas, lorsque les courants des torrents ou des rivières viennent battre le pied des coteaux et y former des falaises, ils produisent des effets analogues aux eaux de la mer (§ 76) dans les mêmes circonstances, ainsi qu'on le voit aux Roches-Noires, sur les bords de la Marne, près de Saint-Dizier (Haute-Marne), sur la rive droite de la Garonne, au-dessus et au-dessous de Bordeaux, et sur des points isolés et restreints des bords de presque toutes les rivières du monde. On conçoit facilement que les causes qui, comme les orages et les trombes, concourent à augmenter momentanément le volume et la violence des eaux, doivent également enlever une plus grande quantité de sédiments sur tous les points où leur action se fait sentir.

Dans une comparaison rigoureuse des faits actuels avec les faits qui se sont passés aux différentes époques géologiques, il ne serait pas juste de faire entrer, par exemple, la France ou les autres pays très-peuplés du monde; car là, une cause qui tient essentiellement à l'homme vient augmenter considérablement la somme des sédiments enlevés, ou susceptibles d'être enlevés par les eaux pluviales. Pour qu'on puisse comparer deux choses, il faut qu'elles soient absolument dans les mêmes conditions; et ce n'est pas ici le cas. En effet, la comparaison de la nature actuelle avec la nature passée, n'est admissible qu'à condition de prendre le sol vierge et non le sol cultivé.

§ 128. **Sur un sol vierge**, où la main de l'homme n'a rien changé, on voit que la terre est couverte d'une végétation active. Le sommet des montagnes, les coteaux, les plaines, tout est revêtu de plantes. L'arbre dont les rameaux s'élèvent vers les cieux, l'humble fougère, la graminée ou la mousse en tapissent toutes les parties et les garantissent de l'action immédiate de la pluie. La goutte d'eau qui tombe est reçue par les feuilles, et ne touche la terre qu'après avoir pénétré lentement à travers un réseau serré de branches ou de feuillages. Son action n'a plus de force; elle n'entraîne rien; et, dans les pays les plus escarpés du monde, on s'est étonné de trouver, pendant la pluie, les eaux des tor-

rents à peine souillées de quelques particules terreuses. Ce que nous avons observé si souvent dans les forêts vierges du Brésil, sur les plaines du centre de l'Amérique méridionale et sur les montagnes abruptes du versant oriental des Andes boliviennes, nous ne l'avons pas retrouvé, sans quelque plaisir sur de petits points isolés des Pyrénées et des Alpes; au Pont d'Espagne, près de Cauterets (Hautes-Pyrénées), par exemple, et sur les coteaux du lac de Brientz, dans l'Oberland, où l'homme a respecté quelques lambeaux de la nature terrestre.

§ 129. **Sur un sol cultivé comme celui de France,** où l'homme a tout fait pour enlever les plantes et les arbres naturels au sol, et pour le couvrir de guérets, la terre est partout dans les conditions les plus favorables à l'enlèvement des sédiments, puisqu'elle n'est pas seulement dépourvue de plantes préservatrices, mais que le labour la rend encore meuble à sa surface. Les eaux y ont une prise immense, pour le transport des molécules terreuses; et l'agriculteur, qui n'est pas assez prévoyant pour se garantir par des moyens artificiels de l'action destructive de la pluie, voit l'*humus* diminuer tous les ans et son sol se dénuder peu à peu. En parcourant les montagnes des environs de Tuchant (Aude), dans les Corbières, les sommités des montagnes et des collines de la Provence, toutes les montagnes des Hautes et des Basses-Alpes, etc., on s'étonne de trouver, à la place des antiques forêts de chênes dont ces montagnes jadis étaient couvertes, des rochers nus où les chèvres trouvent à peine à brouter, çà et là, quelques plantes rabougries. Il est donc certain que le défrichement a laissé emporter, depuis quelques années, par les eaux pluviales, des terres qui nourrissaient de belles forêts respectées durant une longue suite de siècles.

Cette rapide comparaison d'un sol vierge avec un sol cultivé, nous montre que si le premier peut nous donner la valeur réelle des faits passés relativement aux sédiments terrestres, il n'en est pas ainsi du dernier, dont les conditions du moment tiennent évidemment à l'influence des travaux de l'homme. Il ne serait donc pas juste de prendre le dernier pour exemple, pas plus qu'il n'est rationnel de demander aux sédiments transportés par les fleuves actuels de France, l'explication des phénomènes antérieurs à notre époque. Toutes les déductions qu'on tirerait aussi des alluvions du Mississipi, ou des autres rivières de l'Amérique septentrionale seraient nécessairement exagérées. A l'instant où tous les affluents de ces fleuves se couvrent d'agriculteurs qui commencent par abattre les arbres, mettre le feu à la campagne et défricher, sans s'occuper beaucoup de se ménager des ressources à venir, il est tout simple qu'une surface considérable de terrains jadis préservés soit exposée à l'action immédiate des eaux pluviales. Nous resterons peut-être encore au-dessous de la vérité, en calculant à dix pour un la

somme des sédiments que ces fleuves doivent transporter aujourd'hui, comparée à ce qu'ils donnaient avant que l'homme agriculteur eût remué la surface du sol.

B. — De la répartition des sédiments terrestres.

§ 130. L'action générale des eaux pluviales sur les sédiments terrestres est la même que l'action déterminée par les eaux de la mer (§ 78); elle tend à tout niveler.

On désigne ordinairement, sous le nom propre d'*alluvion*, tous les dépôts de sédiments terrestres, afin de spécifier leur mode de formation, et de les distinguer des sédiments marins particulièrement formés des couches sous-marines, plus nettement stratifiées.

Les *alluvions terrestres* se déposent en différents lieux, suivant leur nature et suivant la configuration du sol. Comme elles tendent toujours à niveler le sol, elles sont naturellement transportées des parties élevées vers les vallées, vers les plaines.

§ 131. Si les **alluvions** tombent dans une dépression sans issue, dans un lac circonscrit de montagnes, par exemple, elles s'y déposent comme dans une mer tranquille ; les sédiments pesants, les cailloux, restent près de l'embouchure des torrents qui les ont transportés, et en général, ils se divisent suivant leur densité, la configuration du sol et les limites de mouvement des eaux. Les graviers restent sur les plages inclinées ; les anses, les golfes peuvent encore recevoir des sédiments fins; mais la plus grande partie de ceux-ci se rendent au fond du lac, au-dessous de l'action des vagues, et forment des couches horizontales qui pourront être de diverses natures et plus ou moins épaisses, suivant la valeur des agents qui les ont transportés. Il est évident qu'une pluie ordinaire n'en produira pas une aussi grande quantité qu'un violent orage, qui aura dévasté toutes les campagnes environnantes. Il en résultera des couches de diverses épaisseurs, formées toujours, aux parties inférieures, des molécules les plus pesantes et, dès lors, les premières précipitées au fond des eaux, tandis que les molécules les plus légères seront en dessus. Ces couches, formées dans les lacs, portent généralement le nom de *couches lacustres*.

§ 132. Lorsque les sédiments destinés à former des alluvions ne sont pas retenus dans les lacs sans issue, et qu'ils sont transportés dans les vallées, ils suivent une répartition différente, d'après leur densité, leur volume et la force d'impulsion qu'ils reçoivent. Un torrent impétueux roule de gros blocs de roches. Un courant plus faible, mais encore très-rapide, transporte des cailloux ; mais, dès qu'une différence de pente vient momentanément en ralentir la rapidité, les blocs, les cailloux s'arrêtent, et, suivant la force qui reste, des particules plus ou moins pe-

santes sont transportées. Nous avons été à portée de vérifier ce fait sur les affluents qui descendent du versant oriental des Andes, et nous l'avons vu se reproduire, sur une moindre échelle, pour toutes les rivières qui, descendant rapidement des Alpes, des Pyrénées, ralentissent ensuite leur cours dans les basses vallées et dans les plaines. Lorsqu'une vallée montre divers étages en gradins, ce même phénomène se présente à chaque fois; et les sédiments, alors répandus avec les eaux troubles, sur une grande surface trouvent, d'un ou des deux côtés du lit du courant, des anses tranquilles, des remous, où les molécules, après chaque inondation, se déposent par couches et forment des alluvions fluviales, comme nous l'avons vu pour les lacs (§ 131,. La Saône, entre Châlons et Trévoux, est dans ce cas, ainsi que tous les coudes des rivières, où le courant se fait peu sentir et permet aux molécules de se déposer et de former ces atterrissements nombreux de toutes nos rivières.

§ 133. Certains fleuves, comme le Rhône, dont le courant est très-fort, roulent des cailloux jusque près de leur embouchure, tandis que presque tous les autres, dont les eaux plus tranquilles sillonnent les plaines, n'y apportent que des sédiments fins, qui se déposent sur les anses et forment ces sortes d'*alluvions fluviales* qu'on nomme *atterrissements*. Il faut bien se garder de confondre les alluvions lacustres ou fluviales actuelles avec les cailloux roulés répartis sur le sol et dans les vallées. Ceux-ci y ont été amenés par des mouvements plus considérables appartenant aux causes purement géologiques, comme nous chercherons à le prouver plus tard.

Les sédiments terrestres partis des points élevés, s'arrêtent, dans toutes les dépressions du sol, avec ou sans issue, sur tous les points des ravins, des torrents, des rivières et des fleuves où l'inégalité des pentes permet au courant de se ralentir. Ils se déposent encore sur toutes les plaines, dans les coudes, dans les anses tranquilles des rivières, de sorte qu'une très-petite portion arrive jusqu'à l'embouchure des fleuves. Presque toutes les rivières, comme la Gironde, la Loire, la Seine, parcourent une grande surface de plaines avant d'arriver à la mer; il en résulte que des sédiments fins sont souvent les seuls que ces fleuves y apportent; aussi croyons-nous ne pas pouvoir évaluer leur part d'apport dans les sédiments marins à plus d'un quart de l'ensemble (§ 77). On a considérablement exagéré la somme des sédiments fluvio-terrestres, en se basant sans doute sur l'état présent tout exceptionnel de la France (§ 129). Si, comme on l'a cru, les rivières devaient former tous les sédiments marins, comment y en aurait-il en abondance sur les côtes dépourvues d'affluents, et où il ne pleut jamais, ainsi qu'on peut le voir sur le littoral du Chili, de la Bolivia et du Pérou, depuis le 5e jusqu'au 28e degré de latitude sud? Ce fait seul prouve que, sans le concours des fleuves, il

peut se former des amas considérables de sédiments sur les côtes maritimes, par la seule action de l'usure des côtes.

§ 134. Dès que les sédiments fluvio-terrestres arrivent à la mer, à moins qu'ils ne se trouvent dans des cas exceptionnels, comme le Pô, le Rhône, le Nil et le Mississipi, qui débouchent dans des golfes ou des mers en dehors des faits généraux, les courants marins s'en emparent bientôt ; ils se mêlent promptement avec les autres sédiments, et suivent alors les mêmes lois de répartition (§ 78). On a également cru que les affluents terrestres avaient une immense influence sur la nature et le mode de dépôts des mers ; mais là encore, l'étude des faits vient prouver le contraire. Si, dans une mer méditerranée très-restreinte et dépourvue de courants et de marée, les affluents portent leurs sédiments à une certaine distance au large, et apportent quelques modifications côtières analogues à ce que nous voyons dans les lacs (§ 131), il n'en est pas ainsi sur une côte maritime où la marée et les courants exercent leur puissante action. Tous ceux qui ont visité l'embouchure de la Loire, de la Seine et de la Gironde, ont pu s'assurer que la différence de niveau des eaux, suivant l'état de la marée, change entièrement la direction des courants. Si, en effet, pendant le reflux, le cours des fleuves continue à descendre jusqu'à une certaine distance dans la mer, il est de suite refoulé dès que le flux commence à se faire sentir; et la mer monte dans le lit même du fleuve, à une distance variable, suivant la pente. Le fleuve alors, loin de verser des sédiments dans la mer, peut, au contraire, en recevoir de l'Océan, surtout si le vent vient augmenter la force du flux. Il résulte de l'action seule de la marée que la moitié de l'année seulement les sédiments fluvio-terrestres peuvent être portés à l'Océan, tandis que, pendant l'autre moitié, ils sont complétement neutralisés. Une autre cause vient également arrêter tout à fait ou, tout au moins, considérablement diminuer la somme d'apport des sédiments terrestres ; c'est la saison des basses eaux, dans les fleuves. La Seine, la Loire, la Gironde qui, à l'instant des crues périodiques, charriaient des sédiments, ne transportent plus rien alors, et reçoivent, au contraire, à leur embouchure, des sédiments fins non plus apportés par le fleuve, mais déposés par la mer, comme elle le fait dans toutes les anfractuosités de la côte. C'est dans cette saison que les environs d'Honfleur (Calvados) et de Saint-Nazaire (Loire-Inférieure) se couvrent d'une couche épaisse de boue, déterminée par la tranquillité des eaux. En ôtant la moitié de l'année pour l'action des marées, et un quart pour la saison des sécheresses, il reste seulement le quart de l'année aux fleuves pour verser leurs sédiments dans la mer.

Les curieuses recherches faites par M. Élie de Beaumont sur le Pô, le Rhône, le Nil et le Mississipi, prouvent l'importance des sédiments amon-

celés à l'embouchure de ces fleuves, mais ne sont applicables qu'à des rivières placées exceptionnellement en dehors des faits généraux. Celles-ci sont, sur une plus vaste échelle, comparables à ce qui arrive dans un lac, tandis que les fleuves qui débouchent dans un océan, comme la Plata, les rivières du Sénégal, la Loire, la Seine et la Gironde, qui débouchent directement dans les océans, ne montrent jamais ces amas de sédiments.

§ 135. Il est une expérience facile à faire pour avoir la limite d'extension du courant fluvial dans la mer, afin d'en évaluer l'importance réelle. Il suffit de s'embarquer à l'embouchure de la Seine, ou des autres fleuves, et de suivre, à mer basse, l'extension de l'eau trouble apportée par l'affluent terrestre, au milieu de l'eau plus claire de l'Océan. On reconnaît alors, par exemple, que la Seine, lorsque le vent n'en neutralise pas l'effet, porte son influence ordinaire à trois ou quatre kilomètres de la côte. On se demande ensuite quelle est l'importance de cette petite surface comparée à l'extension des côtes, à la largeur de la Manche, et, à plus forte raison, à l'immensité de l'océan Atlantique. On voit, dès lors, qu'en réduisant la question à sa valeur réelle, les affluents terrestres seront, par rapport aux mers, comme un point dans l'espace, et que leur influence est peu de chose, eu égard à l'ensemble des faits généraux.

§ 136. En nous résumant sur la manière dont se forment actuellement les alluvions terrestres, on voit qu'il se dépose, en même temps, des cailloux et des galets au pied des torrents et des falaises en butte au courant ; que du gros sable s'arrête au-dessous des cailloux, sur les pentes moins rapides ; que le sable fin et les sédiments les plus légers vont combler les vallées disposées en étages, ou les lieux tranquilles des coudes formés dans la plaine par ces nombreux méandres des rivières ; et qu'enfin une partie des sédiments terrestres s'unit aux sédiments marins, pour niveler le fond des mers Dans quelques cas (dans la Loire surtout) les sédiments que transportent les fleuves forment, par l'action des courants, des bancs de sable mobile disposés par couches inclinées, comme nous l'avons vu pour les bancs sous-marins (§ 83), tandis que, dans toutes les autres circonstances, les sédiments se déposent par couches presque horizontales, suivant la pente des parties sur lesquelles ils s'arrêtent. L'épaisseur de ces couches, leur nature même, dépend de l'importance des perturbations terrestres qui les produisent. Une pluie ordinaire n'apporte pas une couche aussi épaisse qu'une de ces crues subites, qu'un de ces débordements qui surviennent par suite d'une tempête prolongée ; il en résulte des couches d'une épaisseur inégale et formées de sédiments différents.

C. — De la distribution des animaux dans les couches sédimentaires fluvio-terrestres.

Comparativement à ce que nous avons dit pour les animaux marins, les animaux terrestres sont également susceptibles de se diviser en animaux flottants et non flottants.

§ 137. Les **animaux flottants** peuvent appartenir aux animaux vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles et poissons) en putréfaction, et aux coquilles terrestres et fluviatiles accidentellement remplies d'air.

Pour les animaux vertébrés, ils surnagent à la surface des eaux, lorsqu'ils sont en putréfaction (§ 94); ce n'est qu'alors qu'ils deviennent flottants et peuvent être transportés par les courants terrestres. En généralisant beaucoup trop cette idée ou en lui donnant un caractère d'importance qu'elle est loin d'avoir, on a cherché à expliquer les amas d'ossements fossiles de certains points, par l'accumulation des êtres que les eaux des fleuves transportent et déposent dans les estuaires. Dans cette circonstance ainsi que pour la valeur des sédiments terrestres (§ 128) on a regardé comme un fait général, une circonstance exceptionnelle qui tient essentiellement à l'homme, à ses habitudes, et n'existe pas sur les lieux encore sauvages. On a supposé que, dans les inondations, les animaux terrestres étaient entraînés par les rivières, et qu'alors ils étaient aussi nombreux que les chiens, les chats et autres animaux domestiques le sont aujourd'hui dans la Seine et dans la Tamise, au-dessous de Paris et de Londres. C'est une fausse idée. Les animaux sauvages, ainsi que nous l'avons observé au centre de l'Amérique méridionale, ne se jettent pas dans les fleuves, et sont très-rarement emportés par les inondations ; car alors ils fuient loin des courants, et se réfugient dans les bois des parties élevées, où ils restent en cas de mort. Nous avons vu, dans nos voyages, d'immenses cours d'eau, tels que la Plata, le Parana, l'Uruguay, et tous les affluents boliviens de l'Amazone; et nous pouvons assurer que, pendant huit années de voyages, nous n'avons jamais rencontré un seul animal flottant au sein des vastes solitudes du nouveau monde. En vérité, cette pensée ne pouvait naître qu'en Europe, sur les rives de ses fleuves couvertes de villes, de bourgs et de villages. Pour se débarrasser de l'animal vivant qu'il ne veut pas conserver, ou de l'animal mort dont il ne sait que faire, l'homme le jette dans la rivière qui l'entraîne ; c'est seulement ainsi que les rivières européennes transportent accidentellement des animaux flottants.

En supposant même que quelques animaux soient entraînés par les torrents, à la source d'une rivière, il est difficile de croire qu'ils puissent, sans s'arrêter, atteindre la mer. Pour cela, il faudrait supposer que le cours d'eau, dans l'extension parcourue, est dépourvu de vallées étagées, de coudes où les remous se font sentir, et que les vents surtout n'ont

aucune action sur les animaux flottants à la surface des eaux. Dans le cas contraire, il arrivera, pour l'animal transporté, ce qui arrive pour les sédiments (§ 134) : il s'arrêtera certainement sur les rives, par la seule impulsion des remous et des vents qui le pousseront sur la plage; sur cent, un seul peut-être aura la chance d'arriver à l'embouchure. Pour se convaincre du fait, il suffira de parcourir les bords de la Seine, de Paris à Saint-Denis, par exemple, à l'effet de s'assurer qu'un nombre considérable de chiens et de chats qui ont été jetés à Paris, n'ont pas été plus loin sans atterrir. Du reste, un séjour prolongé des deux côtés de l'embouchure de la Seine, nous a prouvé qu'il n'y arrivait pas le vingtième du nombre des animaux domestiques morts qu'on peut trouver à la fois, seulement dans l'intervalle compris entre Grenelle et Neuilly, au-dessous de Paris.

En résumé, comme nous n'avons jamais vu, à l'embouchure de la Plata, un seul animal apporté par les courants, nous devons croire qu'il convient de renoncer à expliquer les amas d'ossements de mammifères fossiles, par le transport naturel des animaux flottants, sur les fleuves de l'époque actuelle, et qu'il faut pour s'en rendre compte, recourir aux faits géologiques.

§ 138. Les **animaux flottants entiers**, déposés sur les bords d'un lac, ou sur les rivages des cours d'eau, pourront être conservés avec toutes leurs parties osseuses réunies, s'ils s'arrêtent sur une plage tranquille et sont promptement recouverts de sédiments fins, qui les préservent de l'action désorganisatrice des agents extérieurs. Si, au contraire, ils sont, soit par la houle, soit par les courants, jetés sur une côte agitée, leurs parties se désagrégeront; et les os disséminés prendront leur rang, suivant leur densité, leur volume, parmi les sédiments fluvio-terrestres.

§ 139. Les **coquilles terrestres** sont accidentellement flottantes, comme les limaçons (*Helix*, *Bulimus*, *Cyclostoma*), et les coquilles fluviatiles (*Planorbis*, *Lymnea*, *Physa* et *Paludina*) (Voyez *fig.* 16, 17, 18 et 19), lorsque, mortes et restées sur le sol ou sur les rivages à la saison sèche, elles sont saisies par les pluies torrentielles et transportées, avant que puisse s'échapper l'air resté dans les tours supérieurs de leur spire. Alors, elles se mêlent aux petits débris de végétaux et flottent à la surface des eaux. Tant que le mouvement des eaux ne les a pas fait couler au fond, elles voyagent avec l'élément aqueux, et suivent toutes les chances de dépôt des animaux vertébrés flottants. Elles peuvent, de même, se déposer dans les lieux tranquilles, être jetées par les vents sur toute espèce de côte, ou transportées jusqu'à la mer. Dans toutes les circonstances, leur conservation dépendra toujours, comme pour les animaux marins, des milieux où elles se déposeront (§ 95).

§ 140. Les animaux vertébrés, morts sur le sol, sont promptement

anéantis. Ils se putréfient, se désagrégent, et leurs parties osseuses, exposées à l'action de l'air, se détruisent infailliblement dans un laps de temps souvent fort court. Les coquilles terrestres, placées dans les mêmes cas, se décomposent plus promptement en raison de leur peu de résistance. Les os et les coquilles cachés dans l'*humus*, suivant sa nature, se détruisent encore à la longue, comme on le voit pour les ossements humains des cimetières.

Pour que les ossements et les restes organisés terrestres puissent se conserver, ils doivent être enveloppés de sédiments de certaine nature, qui se forment dans les eaux. Il devient donc indispensable qu'ils soient soustraits à l'action désorganisatrice des agents extérieurs, par les fines molécules dont les eaux les entourent, soit en les transportant dans les lacs, soit en les déposant sur les sédiments fins des vallées et des atterrissements riverains. Dans tous les cas, ces restes terrestres, ainsi que les coquilles fluviatiles mortes, devenus des corps inertes, suivent, dans leur transport et dans leur répartition par les eaux, la même impulsion que les autres sédiments terrestres répandus sur le sol (§ 128). Suivant leur volume, leur pesanteur, ils se trouveront avec les cailloux, le gros sable, ou avec les sédiments fins des plages tranquilles des lacs, des rivières et des fleuves. Ils seront encore, quelquefois, entraînés par les eaux pluviales dans les fentes de rochers, dans les cavernes ou les grandes cavités souterraines, comme nous l'avons vu entre Tuchant et Rivesalte (Aude). Là, mélangés avec l'*humus*, ils seront encore préservés de la destruction, et formeront des brèches osseuses ou ces amas d'ossements contenus dans les bourses que MM. Constant-Prévost et Desnoyers ont découverts dans les couches de gypse des environs de Paris.

††† Limites du mélange des sédiments et des animaux marins et terrestres.

§ 141. Après avoir expliqué comment se forment les sédiments marins et terrestres, comment s'y déposent les animaux propres aux mers et aux continents, il nous reste à chercher quels sont les points où les mélanges des deux faunes peuvent avoir lieu, quelles en sont les limites dans les causes actuelles, et quels sont les moyens de les reconnaître.

Les fleuves et une multitude de petits affluents de moindre valeur débouchent dans la mer; et, bien qu'ils n'apportent pas toujours des sédiments, ils y versent au moins leurs eaux. Ces eaux peuvent, dans quelques cas, entraîner quelques coquilles terrestres flottantes (§ 139), qui se déposent sur la côte et se mêlent aux coquilles marines. Comme elles sont en petit nombre, et généralement plus fragiles que celles-ci, elles se brisent plus facilement et disparaissent presque partout. Elles ne sauraient se conserver que sur une plage tranquille ou vaseuse. Les grands

affluents, vu leur volume plus considérable, transportent encore quoique rarement, à la surface des eaux, quelques animaux vertébrés flottants et des coquilles. Il s'agit, maintenant, de s'assurer, par des faits, des limites extrêmes où ces mélanges peuvent avoir lieu. Les animaux, en petit nombre, que le hasard aura préservés de l'échouage (§ 137), surtout aux courants contraires apportés par la marée montante (§ 134), et qui arrivent jusqu'à la dernière limite du courant, de la Seine, par exemple, rentreront de suite sous l'influence des mers. Ils ne sont pas transportés au large, mais ils sont immédiatement ramenés sur la côte par la marée, par les courants, et s'éloignent rarement de quelques kilomètres à droite ou à gauche de l'embouchure, suivant les courants et la direction des vents qui soufflent.

Les personnes qui ont habité Paris ont pu remarquer le nombre considérable de bouchons de liége qu'y transportent les eaux de la Seine. Prenons-les un instant comme des corps flottants par excellence, susceptibles de résister à tous les chocs sans s'altérer; et suivons-les dans leur marche jusqu'à la mer. On les trouve d'abord jetés en grande quantité, sur les rives de la Seine au-dessous de Paris, et de moins en moins nombreux, en s'éloignant de la capitale. Quoiqu'à Rouen on en jette également à la Seine, lorsqu'on cherche de chaque côté de son embouchure le très-petit nombre arrivé jusqu'à la mer, on les voit de plus en plus rares à mesure qu'on s'en éloigne, et ne pas dépasser un rayon de deux ou trois myriamètres. La résistance des bouchons est, on le sait, cent fois plus grande que celle des coquilles et autres corps flottants. On voit, néanmoins, que leur maximum d'éloignement de l'embouchure de la Seine n'est encore rien, comparé à l'étendue des côtes de la Manche, et à plus forte raison, du littoral des océans.

Pour les restes de corps organisés plus pesants, tels que les ossements et les grosses coquilles d'eau douce, ils arriveront plus rarement encore jusqu'à la mer; car, neutralisé, sur un grand nombre de points, par la diminution des pentes, le courant les laissera partout avec les cailloux et les galets (§ 132). Il n'y aura donc que les coquilles légères qui pourront être mélangées sur quelques points, mais seulement un peu en dedans de l'embouchure des rivières, par la seule action des courants. Dans les limites du mélange alternatif des eaux douces et des eaux salées, déterminées par les marées, à l'embouchure des fleuves, il ne vit réellement aucune coquille d'eau douce, pas plus que des coquilles marines. Il en résulte que les coquilles d'eau douce ont le temps de s'altérer, avant d'avoir atteint cette embouchure, et que les coquilles marines sont plus rarement encore refoulées dans les rivières, par l'action de la tempête. Les mélanges que nous ne connaissons pas dans les grands fleuves, pourront être plus fréquents dans une mer restreinte, sans marées et

sans courants, comme le sont quelques parties de la Méditerranée, encore ces mélanges sont-ils rares et de peu d'importance.

La trop grande extension qu'on a donnée à ces mélanges dans les couches fossilifères tient, le plus souvent, au manque de connaissances positives sur la manière d'être, sur les habitudes des coquilles. Parce qu'on trouvait dans la Seine une néritine (le *Neritina fluviatilis*), on a cru que toutes les néritines étaient fluviatiles; ce qui est entièrement faux. Il en est de même des cyrènes, des soi-disant mélanies du bassin de Paris, et d'une foule d'autres coquilles qu'on a prises pour terrestres et fluviatiles, tandis qu'elles sont bien certainement marines.

On distingue souvent une couche fluviatile d'une couche marine, à sa contexture ordinairement plus poreuse, mais bien plus certainement encore à la composition des êtres qu'on y rencontre. On sait que la terre nourrit des limaçons (*Helix*), des *Cyclostoma*, des *Pupa*, des *Clausilia*, respirant l'air en nature ; que les eaux douces sont remplies de *Lymnea*, de *Physa*, de *Planorbis* (Voyez *fig.* 44, 45, 46 et 47). C'est donc

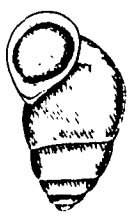


Fig. 44. Cyclostoma Arnondii.

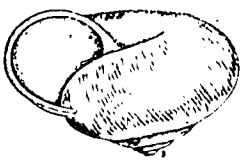


Fig. 45. Helix hemisphærica.

Fig. 47. Lymnea pyramidalis.

Fig. 46. Physa columnaris.

par la comparaison des coquilles aujourd'hui propres aux continents et aux fleuves qu'on arrive à déterminer la nature terrestre, fluviatile ou marine des espèces perdues. C'est encore avec cette connaissance préliminaire qu'on reconnaît, sur nos plages maritimes actuelles, le limaçon que les affluents terrestres y ont porté. On conçoit, dès lors, qu'à moins d'une étude spéciale, approfondie, on puisse facilement se méprendre et admettre des mélanges qui n'existent pas toujours.

§ 142. On a pensé que quelques espèces pouvaient passer, avec facilité, à l'état de vie, ou par les œufs, de l'eau douce à l'eau salée, ou de l'eau salée à l'eau douce. Les expériences que nous avons faites à cet égard, nous ont donné des résultats négatifs. Ces prétendus passages tiennent essentiellement encore à de fausses déterminations. Chaque espèce est propre à son élément, dont elle ne peut sortir, ce qui n'empêche pas certaines Néritines d'être marines (*Neritina meleagris* et *viridis*), tandis que

quelques autres sont fluviatiles ; et tels *Cerithium* d'être fluviatiles, quoique les autres espèces du genre soient marines.

Quelques auteurs, par système préconçu, ont prétendu que si les mollusques fluviatiles ne peuvent pas vivre dans l'eau salée, par suite d'un passage brusque, il peut en être autrement de leurs œufs, et qu'ainsi les espèces sont susceptibles de se modifier, en passant graduellement de l'eau douce à l'eau salée, et de donner des coquilles striées de lisses qu'elles étaient. Ces suppositions, qui ne sont pas le fruit de l'expérience, mais qu'ont fait établir des observations géologiques peut-être trop superficielles, se trouvent en contradiction complète avec la nature. Nous avons dit que, dans le golfe de Luçon (§ 86), il s'opérait, tous les ans, des atterrissements considérables sur le littoral maritime. On peut y voir, en effet, renfermés par des digues qui ne laissent plus pénétrer les eaux de la mer, une largeur souvent de dix à douze kilomètres pris sur les limites anciennes de l'Océan. Si les œufs des mollusques fluviatiles avaient pu vivre dans un mélange d'eau douce et d'eau salée, ils avaient sur ce point tous les éléments de propagation; car ils sont, par gradation insensible, transportés depuis les eaux les plus douces, jusqu'à l'eau saumâtre, au moyen de ces milliers de petits canaux pratiqués pour l'écoulement très-lent des eaux vers les écluses des digues. Eh bien! non-seulement les coquilles d'eau douce ne se mêlent pas, mais encore, entre la digue la plus rapprochée de la mer et le premier point où les coquilles fluviatiles commencent à vivre, il y a une bande de trois à quatre kilomètres de largeur, où n'existe aucune coquille. Pourtant, même au goût, on ne trouve aucune saveur saline aux eaux remplies de plantes aquatiques, n'ayant pas communiqué avec la mer depuis presque un siècle, et ne pouvant avoir d'autre salure que celle transmise par le sol. Il est même remarquable de voir dans ces eaux, où les mollusques fluviatiles ne sauraient pas encore vivre, des grenouilles, et jusqu'à quelques poissons d'eau douce, qui probablement sont moins sensibles au mélange presque nul des eaux. Il faut donc encore renoncer à ce beau système de mélange, sur lequel ont, tout de suite, été établies plusieurs théories directement opposées aux faits. Nous avons cité le golfe de Luçon, où tout le monde peut aller vérifier notre assertion; mais nous pourrions encore citer cent autres points d'Europe et d'ailleurs, où nous avons pu, sur une vaste échelle, observer les limites tranchées qui existent partout entre les coquilles fluviatiles et les coquilles marines.

Dans les fleuves, suivant la pente et la valeur des marées locales, il y a une surface plus ou moins grande où il n'existe aucune coquille fluviatile ni marine. Dans la Seine, cette limite est comprise entre Rouen et le Havre, ou sur près de cent kilomètres de circuit; dans la Loire, c'est depuis le Pellerin jusqu'à la pointe Saint-Gildas, ou sur près de trente

kilomètres. Dans la Plata, c'est depuis Punta la Lara, près de Buenos-Ayres, jusqu'à Montevideo, ou sur près de deux degrés de longueur.

Indépendamment des coquilles purement terrestres et purement marines, il en est de propres aux eaux *saumâtres* qui peuvent, jusqu'à certaines limites, s'avancer dans les eaux plus ou moins douces, plus ou moins salées; mais elles ne vivent longtemps, ni dans les unes, ni dans les autres. Dans tous les cas, il faut se garder de confondre ces coquilles, du reste en très-petit nombre, avec les coquilles purement marines, que les tempêtes amènent rarement à quelque distance en dedans de l'embouchure des fleuves.

CHAPITRE IV.

ÉTAT DES COUCHES GÉOLOGIQUES, COMPARÉ AUX CIRCONSTANCES NATURELLES ACTUELLES.

Maintenant que nous avons étudié les diverses circonstances dans lesquelles se forment et se déposent les sédiments actuels sur les continents et dans les mers, la manière dont les êtres, suivant leur nature, ont pu se conserver dans les couches terrestres, parcourons rapidement l'état passé des étages géologiques de l'écorce terrestre, pour retrouver, par des résultats identiques, des preuves que les mêmes circonstances agissaient alors.

§ 143. La présence de restes nombreux d'animaux marins et de plantes fossiles au sein de tous les étages géologiques, prouve qu'il existait toujours simultanément, comme à présent, des continents et des mers. Ce fait établi, tout porte à croire qu'à chacune de ces époques des causes physiques analogues aux causes physiques actuelles pouvaient produire des résultats semblables.

§ 144. Les mers anciennes recevaient, de même, des sédiments terrestres, des sédiments produits par l'usure des côtes et par la décomposition des restes organisés. Les nombreux morceaux de bois fossiles qu'on trouve dans les couches marines du lias supérieur de Thouars (Deux-Sèvres), dans l'étage Bajocien de Port-en-Bessin (Calvados), de l'étage Kimméridgien de Châtelaillon (Charente-Inférieure), de l'étage parisien supérieur de Vaugirard, etc., démontrent, qu'à ces diverses époques, comme à présent, des affluents terrestres apportaient leur tribut à la mer. D'un autre côté, les *Productus* de l'étage carbonifère, rencontrés dans les couches contemporaines, en Russie, par MM. de Verneuil et Murchison, les restes organisés de tous genres, et les fragments de roche transportés à l'état fossile, de l'étage albien dans les couches

tertiaires de Clansayes (Drôme), ceux de Machéroménil (Ardennes), et jusqu'aux fragments de calcaire grossier pétris de ses fossiles remaniés dans les grès siliceux d'Auvers (Seine-et-Oise), montrent que les mers enlevaient, comme à présent, des sédiments, par l'usure des couches consolidées de leur littoral. Comme il existait à toutes ces époques des animaux variés, ils étaient, sans aucun doute, soumis aux mêmes lois de désorganisation qu'aujourd'hui, et donnaient aussi leurs sédiments.

§ 145. Les sédiments anciens, ainsi que les sédiments actuels, étaient suivant leur provenance (§ 75), de différentes natures. Ils se composaient également de cailloux roulés ou anguleux, de gros sable, de sable fin, de sable vaseux, de vase calcaire ou siliceuse ; mais ces premiers, dans l'immensité de temps écoulé depuis leur dépôt, se sont, en se consolidant plus ou moins, modifiés de diverses manières selon leur composition, les infiltrations qui les ont pénétrés, la pression qu'ils ont subie, et le voisinage des cheminées du globe.

Les *cailloux* roulés ou arrondis (§ 82), entremêlés de sable ou de molécules plus fines, ont par leur consolidation, formé ces roches que les minéralogistes nomment *poudingues*, où ces mêmes cailloux se distinguent parfaitement, comme à Carry, près des Martigues (Bouches-du-Rhône), comme à Gévaudan (Basses-Alpes), etc., etc. Les fragments anguleux, en s'unissant de différentes manières, ont constitué les *brèches*, qui montrent toujours les éléments de composition, par la différence de nature des fragments empâtés et de la matière qui les unit.

Le gros sable (§ 83) est souvent resté à l'état de désagrégation ; état dans lequel on le trouve au cap la Hève, près du Havre, et sur beaucoup d'autres points ; ou bien il a formé des roches dures, des grès à gros grains très-durs, comme ceux de Saint-Calais (Sarthe), de Noirmoutiers (Vendée), etc.

Les sables quartzeux fins (§ 84), bien plus communs, sont aussi souvent restés dans l'état pulvérulent, à Vandeuvre (Aube), aux environs de Morte-Fontaine (Oise); mais ils représentent aussi plus fréquemment encore, dans les couches terrestres, ces grès à paver de Fontainebleau, d'Étampes, aux environs de Paris, ces grès blancs du lias, près de Semur (Côte-d'Or), de Metz (Moselle), ces grès siluriens de May (Calvados), ou ces *quartzites* de beaucoup d'autres lieux.

Les molécules siliceuses (§ 86) plus fines ont, suivant leur nature et suivant les modifications qu'elles ont subies, servi à former les roches phylladiennes, les grauwackes, les schistes, les schistes micacés de l'étage silurien d'Angers (Maine-et-Loire) et des environs de Rennes (Ille-et-Vilaine), etc., etc.

Les sédiments, plus ou moins mélangés de silice et de chaux, ont donné lieu, en se modifiant, à la formation des calcaires proprement

dits, des roches marno-calcaires, des argiles et de la craie de tous les pays.

§ 146. Si, aux diverses époques géologiques, les choses se sont passées comme à présent, on doit trouver, à chacune de ces époques, la nature des roches sédimentaires excessivement variable suivant les lieux (§ 87); car il est probable que les courants des mers agissaient de la même manière sur la répartition des sédiments, suivant leur nature et leur densité; c'est, en effet, ce que nous voyons, en étudiant les étages. On pourrait même dire que c'est cette variabilité de composition minéralogique du même étage, selon les lieux, qui a souvent induit en erreur ceux qui voulaient la trouver partout identique de caractères minéralogiques au même niveau géologique. Pour s'en convaincre, on n'aura qu'à parcourir, par exemple, ce qui a rapport à la composition minéralogique des étages de notre quatrième partie. On verra qu'il se déposait simultanément, sur différents points, des sables, des sables vaseux, de la vase siliceuse et calcaire, qui ont formé des grès, des calcaires, des calcaires marneux, des argiles et de la craie.

§ 147. Si, comme on en a la preuve, les sédiments marins étaient de natures variées aux diverses époques géologiques, ils doivent avoir subi le même mode de répartition que dans les mers actuelles, suivant la pente du littoral, suivant sa configuration et la force des courants (§ 79 à 86).

L'étude des couches terrestres le démontre de toutes les manières. La grande uniformité des dépôts argileux de quelques points, et leur manque presque complet de restes organisés, donne la certitude qu'ils se déposaient au fond des mers. L'étage conchylien des environs de Toulon (Var), ainsi que les étages oxfordien et callovien de beaucoup de points des Hautes et Basses-Alpes, sont dans ce cas. On reconnaît ailleurs, par les petites couches bien séparées comme dans les étages sinémurien, callovien et néocomien des environs de Castellane (Basses-Alpes), par les restes organisés complétement conservés, que ce devaient être des dépôts tranquilles et riverains. Enfin, par les lits obliques des couches horizontales, on reconnaît que les bancs de l'étage bathonien de Luc, de Ranville (Calvados) (*fig.* 48), que ceux de l'étage parisien d'Auvers (Seine-et-Oise) (*fig.* 49), se sont formés sous la même influence des courants que les bancs de sable de notre littoral, et ceux qu'on voit dans le lit de la Loire (§ 83).

Fig. 48. Coupe prise à Ranville (Calvados).

§ 148. On expliquerait difficilement, en géologie, sans faire intervenir

l'action que nous avons appelée *perturbations naturelles* (§ 82 à 93), la formation très-remarquable des alternances souvent répétées, sur un seul point, de couches parallèles de diverses natures, composant un même étage. Avec des courants dans une direction identique, avec des agents charrieurs invariables, il se formerait des amas considérables de matière dont l'ensemble serait à peine stratifié ; et jamais, sur le même point, des couches de sable ne viendraient recouvrir des couches de sédiments vaseux, pas plus que des bancs horizontaux ne pourraient se trouver au milieu des lits inclinés. Les perturbations naturelles de l'époque actuelle nous expliquent à la fois toutes ces apparentes anomalies qui ont souvent embarrassé les géologues.

Ces perturbations nous donnent, par suite des tempêtes annuelles périodiques (§ 92), le mode de formation des couches alternes, comme celles de l'étage corallien du ravin des Tournelles, près de Sauce-aux-Bois (Ardennes), où les couches sont formées de calcaire compacte blanc, empâtant un amas de coquilles, tandis que les autres couches intermédiaires, sans coquilles, sont plus marneuses et moins dures.

Des perturbations plus variées peuvent seules, et sans le secours des révolutions géologiques, nous expliquer cette alternance singulière de bancs de sable fin en couches horizontales, et de lits de sable et de coquilles, inclinés tantôt à l'est et tantôt à l'ouest, qu'on remarque à Au-

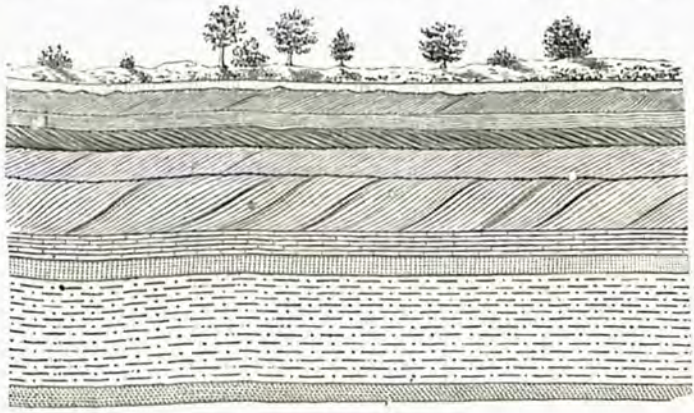


Fig. 49. Coupe prise à Auvers (Seine-et-Oise).

vers (Seine-et-Oise) (voyez *fig.* 49), dans la zone supérieure de l'étage parisien.

Sans les phénomènes périodiques actuels des changements de courants apportés par les coups de vent, il nous serait difficile d'expliquer encore

comment l'immense puissance d'un étage peut être divisée en petites couches d'une égale épaisseur, et cela d'une manière si constante, que, dans certains cas, les bancs se succèdent régulièrement comme dans une bâtisse. Chaque lit, plus dur, est séparé par une très-légère couche argileuse, ainsi qu'on le voit dans l'étage sinémurien de Castellane, de Dignes, dans l'étage callovien de Chaudon, dans l'étage néocomien de Cheiron, de Barrême (Basses-Alpes), dans l'étage oxfordien de Vermanton (Yonne), etc., etc.

Ces quelques cas isolés, que nous avons pris au hasard, suffiront, nous le pensons, pour prouver qu'aux diverses époques passées, la nature était soumise aux mêmes actions passives et fortuites qui existent aujourd'hui.

§ 149. Si la nature et la disposition seule des couches sédimentaires du globe nous ont donné la preuve que des causes identiques aux causes actuelles présidaient à leur formation, la distribution des êtres dans ces couches, et toutes les circonstances de leur anéantissement nous le prouveront d'une manière bien plus certaine. Passons successivement en revue, sous ce rapport, les diverses conditions de dépôts, avec les restes organisés contenus dans les couches terrestres.

§ 150. Nous avons dit que les animaux vertébrés entiers flottants ne

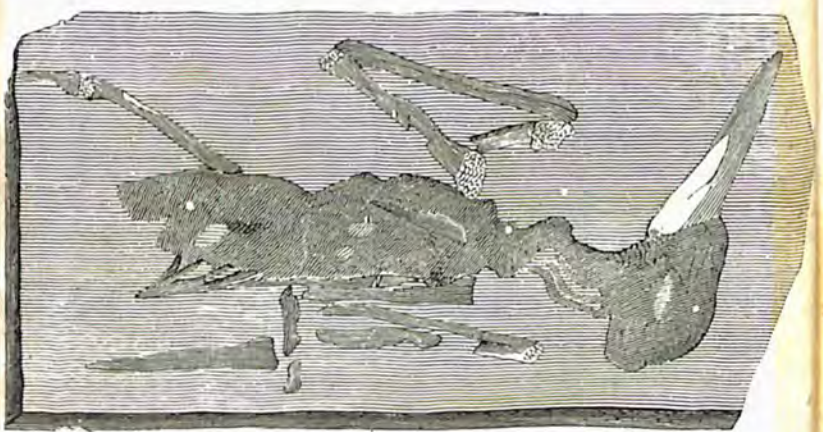


Fig. 50. Oiseau fossile de Montmartre.

pouvaient être jetés que sur le littoral (§ 95), et que là ils pouvaient se conserver, principalement sur les golfes tranquilles, où se déposent les sédiments fins. C'est, en effet, ce que nous trouvons pour les animaux terrestres et marins : les mammifères et les oiseaux (voyez *fig.* 50)

entiers de Montmartre, près Paris, les poissons d'Aix (Bouches-du-Rhône), se sont déposés sur des sédiments très-fins d'un lac terrestre (*fig.* 51) ; les grands sauriens de Lyme-Regis (Angleterre), sont avec des sédiments marins fins. Il en est de même des nombreux poissons du

Fig. 51. Lebias cephalotes, d'Aix.

Monte-Bolca, des Acanthoteuthes de l'étage oxfordien de Solenhoffen et de la Bélemnite entière de l'étage callovien d'Angleterre, où, avec les restes d'animaux vertébrés flottants, sont toujours des coquilles qui flottaient, telles que ces ammonites si remarquables par la belle conservation de toutes leurs parties (*fig.* 52). C'est encore et seulement sur le littoral des golfes maritimes tranquilles que pourront se conserver, pour l'avenir, les traces les plus fugaces des animaux eux-mêmes, ou ces empreintes physiologiques et physiques qu'on trouve répandues à la surface du globe, comme les empreintes physiologiques de pas d'oiseaux et de reptiles (§ 30), comme les empreintes physiques de gouttes de pluie (§ 32), et les sillons marins laissés par la mer sur le sable, que nous avons vus sur les grès tertiaires de la Patagonie, sur les grès portlandiens des environs de Boulogne (Pas-de-Calais), et qui montrent, près les uns des autres, des sillons tracés par la mer actuelle, avec ceux qui se sont formés à l'époque portlandienne.

Fig. 52. Ammonites Jason.

§ 151. Nous avons dit que les coquilles flottantes (§ 97) devaient nécessairement être déposées sur le littoral des mers. C'est aussi sur le bord des antiques bassins marins qu'on les trouve en plus grande abondance. Il suffira de suivre le pourtour des roches granitiques des départements des Deux-Sèvres et de la Vendée, ou des roches paléozoïques des départements de la Sarthe et du Calvados, pour reconnaître que, sur tous les points, les différents étages géologiques qui s'y adossent sont remplis d'un nombre considérable de coquilles flottantes, de Nautiles et d'Ammonites. On trouve souvent, dans les étages toarcien, bajocien, bathonien, callovien et oxfordien de ces anciens rivages, de même qu'à Saint-Julien de Cray (Saône-et-Loire), etc., des couches exclusivement formées d'ammonites et de nautiles, tandis que les autres points de ces mêmes étages, placés au centre des anciens bassins, ou les couches déposées par les courants sous-marins, comme à Luc, à Langrune, à Ranville (Calvados), ne contiennent point de coquilles flottantes, ou elles y sont très-rares.

§ 152. En parlant des animaux non flottants, nous avons dit (§ 99) qu'ils pouvaient mourir de vieillesse dans les couches sédimentaires en repos, et rester dans leur position normale d'existence (*fig.* 40). Nous en avons observé à cet état dans les couches coralliennes du canal de Niort et dans tous les environs de La Rochelle (Charente-Inférieure), près de Cirey-le-Château (Haute-Marne), et sur une foule d'autres points de tous les âges géologiques.

Des coquilles bivalves peuvent encore, dans leur position normale, être enveloppées de sédiments, par suite d'une perturbation naturelle (§ 101), et montrer alors sur le même niveau (*fig.* 41) des coquilles bivalves de tous les âges, comme nous en avons observé sur les bancs calcaires de l'étage kimméridgien qui découvrent à mer basse, à la pointe de Châtelaillon (Charente-Inférieure), où elles sont à côté de gastéropodes dans leur position normale, la bouche en bas, ou de groupes de *Mitylus* et de *Pinna*, tels qu'ils ont vécu, c'est-à-dire encore réunis en famille.

§ 153. Le plus souvent, les restes d'animaux vertébrés, ainsi que les coquilles et les polypiers, sont dans les anciennes mers, comme dans les mers actuelles, déposés sur la côte, ou charriés par les courants sous-marins. Les côtes, nous l'avons dit, se reconnaissent toujours au désordre des coquilles (§ 107), et à la grande quantité de coquilles flottantes mélangées aux autres. Les couches de l'étage bajocien, ou de l'oolite inférieure des Moutiers, des environs de Bayeux (Calvados), de Niort (Deux-Sèvres), sont dans ce cas, ainsi que l'étage oxfordien de Launoy (Ardennes), le lias supérieur de la Verpillère (Isère), et une multitude d'autres points de la France.

Quand les coquilles et les autres corps organisés sous-marins y sont transportés, ils y forment, sous l'action des courants violents (§ 83), ces lits inclinés que nous avons décrits (§ 148), si marqués à Luc, à Lyon, à Ranville (Calvados) et à Auvers (Seine-et-Oise); ou ces bancs alternatifs de poudingues, de gros grès, de sable et d'argile, de l'étage falunien de Carry (Bouches-du-Rhône), de Gévaudan (Basses-Alpes). Lorsque, au contraire, les courants ont agi, mais sans violence, ils ont formé ces bancs, ces lits de coquilles si fréquents dans les couches de tous les âges géologiques, où ils sont mélangés avec des sédiments, comme aux environs de La Rochelle, de Sauce-aux-Bois (Ardennes), ou seuls, comme à Luc, à Langrune (Calvados), à Saint-Mihiel (Meuse), à Tonnerre (Yonne), à Damery, à Montmirail (Marne), à Chaumont (Oise), à Grignon (Seine-et-Oise), etc.

§ 154. Cherchons-nous encore, dans les mers anciennes, des exemples de ces dépôts sous-marins, formés dans le repos déterminé, soit par la profondeur, soit par la tranquillité d'un point du littoral moins profond, mais situé en dehors de l'action du courant (§ 107 ? nous les trouverons souvent des mieux marqués. L'étage sénonien ou la craie blanche du bassin parisien, où tous les êtres n'ont subi aucune usure, est certainement dans ce cas. Les couches à milioles, formées seulement de foraminifères des carrières de Gentilly et de Vaugirard, près de Paris, se sont également déposées dans le repos, ainsi qu'une multitude de couches plus anciennes.

§ 155. La présence des *Conularia* dans les mers très-anciennes, des *Hyalea*, des *Cleodora*, dans l'étage falunien de Bordeaux, des *Carinaria* et de quelques ptéropodes dans les couches des environs de Turin, nous prouve qu'aux époques géologiques il existait, comme dans les mers d'aujourd'hui, des animaux pélagiens (§ 166). Les animaux côtiers (§ 110) étaient également les plus nombreux, dans tous les étages qui se sont succédé jusqu'à nos jours; ainsi tout porte à croire, que leur répartition devait subir les influences de la température, de la configuration, de la nature des côtes, et avoir des niveaux spéciaux d'habitation, surtout dans les étages tertiaires, qui approchent le plus des conditions actuelles. La faune tertiaire de l'étage parisien annonce en effet qu'elle a vécu sous une température plus élevée que la température actuelle de Paris.

§ 156. L'influence du niveau d'habitation, de la configuration et de la nature des côtes sur la répartition des êtres (§ 116), est très-marquée dans les couches fossilifères de tous les âges géologiques. Elle explique pourquoi les *Pholadomia* et d'autres coquilles, ayant le même genre de vie, se trouvent toujours dans les calcaires marneux qui jadis étaient à l'état de vase, tandis qu'elles manquent dans les grès grossiers du

même étage. Elle explique l'abondance de coquilles des rochers sur quelques localités, comme les bancs d'hippurites et de radiolites des Corbières (Aude), des Martigues (Bouches-du-Rhône), du Beausset (Var); et donne la clef de toutes ces anomalies qu'on remarque dans la distribution locale des êtres marins, au sein des couches sédimentaires. Cette influence est surtout très-remarquable sur les bancs de coraux de l'étage silurien de Dudley (Angleterre), de l'étage dévonien de Bensberg et sur les récifs des mers jurassiques, comparés aux récifs actuels (§ 119). En effet, la faune propre aux récifs anciens de l'étage oxfordien des chailles du Jura, aux récifs de l'étage corallien de Saint-Mihiel (Meuse), d'Oyonnax (Ain), de Tonnerre, de Châtel-Censoir (Yonne), de la pointe du Ché (Charente-Inférieure), est tout à fait distincte des faunes voisines, déposées sur des côtes différentes de la même époque. Comme les bancs de coraux des Antilles et des îles océaniennes, ces bancs de coraux anciens offrent une série d'êtres propres, dans laquelle dominent surtout les coquilles parasites, les térébratules et les échinodermes de certains genres.

§ 157. Les dépôts terrestres et fluviatiles, rencontrés dans les couches fluvio-terrestres, nous démontrent que les mêmes circonstances d'habitation existaient sur les continents anciens, et sur les continents actuels. Les *Unio* du Wild-Clay de l'île de Wight, le prouvent pour l'étage néocomien. Les couches à *physa*, et à *helix* de Rilly-la-Montagne, du mont Bernon (Marne), d'Orgon, de Vitrolle (Bouches-du-Rhône) les présentent dans l'étage suessonien, les couches d'eau douce de Paris les offrent dans l'étage parisien ; on les voit aux environs de Montpellier (Hérault), dans le bassin bordelais, dans les environs de Mayence, aux bords du Rhin, etc., etc.

§ 158. **Conclusions.** Ces quelques exemples des divers genres d'influence, que nous empruntons par anticipation aux résultats géologiques généraux de notre quatrième partie, où seront du reste relatés tous les faits de ce genre, suffiront, quant à présent, pour prouver, qu'à toutes les époques géologiques, des conditions identiques aux conditions actuelles influaient sur la formation des sédiments, sur leur répartition, sur la distribution des restes organisés, suivant leur nature vivante, ou suivant leur état de corps bruts, inertes, soumis alors aux agents charrieurs.

CHAPITRE V.

CIRCONSTANCES GÉOLOGIQUES FORTUITES QUI ONT INTERROMPU OU SUIVI LA FORMATION DES COUCHES FOSSILIFÈRES ET LE DÉPÔT DES FOSSILES.

§ 159. Si les causes naturelles actuelles avaient seules agi sur la formation de la croûte terrestre, on trouverait une succession non interrompue de couches parallèles, se suivant des parties les plus anciennes jusqu'aux plus modernes, et contenant des espèces animales identiques, reproduites des premiers temps de l'animalisation jusqu'à nos jours. La circonscription des mers et des continents serait toujours restée la même, en supposant, que ces premiers grands traits de la nature eussent pu exister sous ces seules influences; mais la plus légère inspection prouve, au contraire, que de nombreux changements ont eu lieu à la surface de la terre, à différentes époques. Des chaînes de montagnes se sont élevées les unes après les autres ; les mers ont changé plusieurs fois de lit; des couches consolidées se sont disloquées de diverses manières, et l'ensemble des êtres s'est renouvelé plusieurs fois, de telle sorte que les premiers ne ressemblent en rien à ceux de l'époque moyenne, et que les derniers parus sur le globe, diffèrent complétement des uns et des autres. La nature actuelle ne peut expliquer tous ces grands faits, tous ces changements successifs ; et il devient indispensable de recourir à des agents plus puissants, à des causes plus actives, que la géologie seule peut nous fournir, et que nous révèle l'étude des catastrophes successives que notre planète a subies.

† Causes des perturbations géologiques.

§ 160. Pour arriver à décrire les effets de ces grandes révolutions géologiques, il convient d'abord d'en chercher les causes. M. Élie de Beaumont, à qui les sciences sont redevables de si précieux travaux, a conçu l'ingénieuse pensée que toutes les dislocations du globe provenaient du retrait des matières produit par le refroidissement du globe terrestre ; et il attribue, avec juste raison, la fin de chaque époque géologique à des perturbations de ce genre.

Cherchons, en effet, l'influence possible du refroidissement sur un corps sphérique. Une balle de plomb, par exemple, coupée en deux, montre toujours un vide au centre. Ce vide intérieur est certainement la conséquence du retrait. Il est le résultat du refroidissement qui s'est opéré graduellement de l'extérieur à l'intérieur, et qui a placé les molécules de plomb les unes sûr les autres, au fur et à mesure qu'elles cessaient

d'être en fusion, jusqu'à laisser vide, au centre, la surface produite par la différence de volume du métal fondu, à son état parfait de consolidation. En appliquant cette expérience très-simple au globe terrestre, nous verrons aussi que le refroidissement peut amener des perturbations d'une puissance incalculable.

La terre forme, non une sphère régulière, mais un sphéroïde isolé de toutes parts dans l'espace. Les mesures directes des méridiens terrestres ont eu pour résultat de constater que la terre est sensiblement aplatie vers les pôles Cette forme cette plus grande convexité de la zone équatoriale, placée dans le sens de l'axe de rotation du globe terrestre, est très-importante à constater; car elle annonce, qu'ainsi que la balle de plomb, la terre n'a pas toujours été solide, et que cette disposition a été produite par l'action combinée de la rotation, et de la force centrifuge, lorsque les matières qui la composent étaient à l'état pâteux, ou mieux, en fusion par suite de la chaleur.

Tout paraît donc prouver que la terre était d'abord en incandescence. Pour arriver de ce premier état pâteux à la consolidation que nous lui connaissons aujourd'hui, il a fallu nécessairement qu'elle subît l'effet du rayonnement vers l'espace céleste, et qu'elle se refroidit extérieurement, comme nous l'avons vu pour la balle de plomb ; mais ici, vu la différence de volume, et la concentration du foyer de chaleur dans l'intérieur du globe terrestre, la comparaison avec la balle de plomb ne montre plus des résultats identiques ; et le vide, au lieu d'être au centre, reste entre la partie extérieure consolidée, et la masse intérieure incandescente et toujours à l'état pâteux En effet, le refroidissement par la surface extérieure, à la suite de ruptures sans nombre, a dû, après un laps de temps considérable, former une espèce de croûte consolidée. Dès l'instant que cette croûte compacte s'est trouvée assez épaisse pour former une partie résistante, le retrait des matières, déterminé par leur différence de volume à l'état de fusion ou à l'état pâteux, a dû laisser des vides entre la pellicule extérieure durcie et la masse centrale. Cette croûte extérieure dure, n'étant plus soutenue dans toutes ses parties par la pâte intérieure, s'est affaissée sur elle-même, en se disloquant de toutes les manières, et a produit les reliefs et les cavités de la surface de notre globe, qui, bien qu'ils aient peu de saillie relativement au diamètre de la terre, n'en sont pas moins d'une haute importance dans les grands faits géologiques. Ce sont des révolutions de cette nature, se succédant à diverses reprises, depuis la première consolidation terrestre jusqu'à présent, qui, de plus en plus considérables, puisque la croûte terrestre devenait de plus en plus épaisse, ont sillonné successivement la terre de ses chaînes de montagnes et de ses larges dépressions.

§ 161. Si la terre n'avait à sa surface extérieure, ni atmosphère,

ni eau, les dislocations dont nous venons de parler n'auraient eu qu'une conséquence purement locale, en changeant seulement la surface du sol sur le lieu des dislocations et en lui faisant prendre successivement des formes diverses; mais, comme il est, au contraire, recouvert d'une masse considérable d'eau, leurs effets ont été généraux, et ont, à chaque époque, causé des perturbations extérieures sur tous les points du globe à la fois, lors même que ceux-ci subissaient seulement des dislocations partielles. Voici de quelle manière nous nous expliquons ces effets.

Supposons, un instant, que la terre soit, sur quelques parties de son périmètre, refroidie de manière à montrer (*fig.* 53), en *a*, la matière incandescente du centre du globe terrestre, en *b* la croûte extérieure con-

Fig. 53.

solidée supportant en *c* les eaux des mers également réparties à sa surface, et en *d* le vide compris entre la partie refroidie, et la partie à l'état de pâte, subissant aussi un retrait par le refroidissement. Lorsque cette croûte consolidée s'affaissera dans le vide, qu'en résultera-t-il ? Alors (*fig.* 54) les couches solides se disloqueront en se divisant plus ou

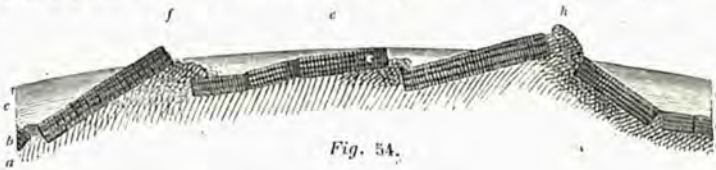


Fig. 54.

moins. Des fragments *f*, subissant l'effet de bascule, s'abîmeront d'un côté dans les mers, tandis que, de l'autre, ils se soulèveront et viendront surgir en dehors des eaux et former des chaînes de montagnes en pente douce d'un côté et abruptes de l'autre, comme les Pyrénées et les Andes. D'autres fois, *h*, les deux parois de la rupture se soulèveront et les matières incandescentes, pressées par les parties latérales affaissées, viendront sortir par l'ouverture béante qui les sépare. Enfin quelques surfaces *e*, intermédiaires entre ces axes de soulèvement, se plisseront ou s'affaisseront en grande masse, et resteront sur les parties incandescentes centrales, dans une position presque horizontale.

Voici ce qui arrive pour les parties solides de la croûte terrestre, comme on peut s'en assurer en parcourant les Pyrénées, les Alpes, les

Andes ; mais que deviennent les eaux pendant cette rupture, pendant cette dislocation de toutes les parties solides qui les supportaient? Mises en mouvement par suite du déplacement subit des matières, mues avec violence, les eaux ont dû envahir les continents et tout ravager à leur surface, tandis qu'elles apportaient des sédiments considérables vers les nouveaux bassins des mers que venaient de tracer ces dislocations.

§ 162. Pour nous familiariser avec ces phénomènes destructeurs dont les gigantesques effets effrayent, au premier abord, notre esprit, et dont nous trouvons à chaque pas des preuves non équivoques dans la nature géologique, voyons ce que peut produire le déplacement des matières dans les eaux. Tout le monde a remarqué, qu'une pierre, jetée dans un lac tranquille, y forme à la surface des eaux, des ondulations qui couvrent une étendue considérable, de plus de cent mille fois son diamètre ; ce qui est le moindre déplacement que nous puissions choisir ; car, si nous parcourons en bateaux à vapeur le cours de la Seine, de la Gironde, du Rhône, de la Tamise ou du Rhin, nous voyons se produire partout, sur notre passage, des lames de projection qui s'élèvent à une assez grande hauteur, et durent longtemps après le passage du corps étranger qui les a produites. Lorsqu'on voit, par exemple, que la seule impulsion du vent, à la surface des mers, cause ces affreuses tempêtes dont les lames renversent les constructions les plus solides, on sera forcé de convenir que, sans sortir des causes naturelles, on aura déjà une légère idée de ce que peut produire la force des eaux mises en mouvement ; mais, lorsque nous recourrons aux causes géologiques, ces effets changeront encore de proportion.

M. Vincendon-Dumoulin nous a assuré que le tremblement de terre éprouvé au Chili, en 1838, bien qu'il n'eût modifié qu'à peine la surface du sol, s'était fait sentir, à 75 degrés ou à l'énorme distance de 6,000 kilomètres, jusqu'aux îles de l'Océanie. D'un autre côté, sur les côtes du Pérou, les grands tremblements de terre ont ravagé toutes les villes du littoral. A l'instant même des secousses, la mer, balancée avec force, envahit la côte, entraînant avec elle une immense quantité de sable et de galets, sur les marais du Rimac, près de Lima ; alors les eaux, poussées alternativement avec une extrême violence, transportèrent de gros navires à près de quatre kilomètres dans l'intérieur des terres.

Lorsqu'on voit que de semblables mouvements ont eu lieu dans les eaux, sans que le sol ait subi d'autres changements que des exhaussements partiels de quelques mètres, on peut se demander ce qui devait arriver lorsque les Alpes, les Pyrénées ont pris leurs reliefs actuels, ou bien lorsque la chaîne des Andes, dans la partie qui représente notre système orographique chilien (Voy. *Géol. de l'Amér. mérid.*), a formé une

dislocation uniforme de 50 degrés, ou de 4,000 kilomètres de longueur ; car nous ne pouvons juger que l'extension de la partie qui a surgi au-dessus des mers, sans pouvoir apprécier l'étendue des parties, bien plus considérables encore, qui se sont affaissées dans les eaux.

Si nous avons vu la petite pierre de quelques centimètres jetée dans un lac tranquille, produire, à la surface des eaux, des ondulations proportionnées à son volume, mais dont on peut suivre les effets à une distance évaluée à plus de cent mille fois son diamètre, on se figure ce qu'il advtendra quand des dislocations comme celle de la chaîne des Andes occuperont, en longueur, 50 degrés d'extension, ou la *septième* partie de la circonférence du globe terrestre ; la terre tout entière, malgré son grand volume mesuré sur notre taille, n'ayant que 360 degrés de périmètre. Il ne sera plus permis, alors, de douter des conséquences universelles d'une révolution semblable, et même de beaucoup d'autres d'une moins grande extension ; et l'on pourra se faire une juste idée des ravages extraordinaires que ces épouvantables déluges ont dû occasionner à la surface de la terre, surtout à l'instant où tous les niveaux terrestres et marins étaient changés, par suite des dislocations qui en sont la cause, et où des masses considérables de sédiments encore à l'état meuble pouvaient être transportées par le mouvement des eaux. On ne trouvera plus extraordinaire, que toute la faune terrestre soit détruite à la fois, par l'action immédiate des eaux, tandis que la faune marine l'est, en même temps, par le transport des molécules terrestres et par la prolongation du mouvement des eaux.

M. Élie de Beaumont a reconnu, avec sa sagacité ordinaire, que les mouvements de dislocation terrestre n'ont pas été partiels, mais qu'ils se sont manifestés sur de grandes lignes affectant une direction donnée, comme on peut le voir dans la chaîne des Pyrénées, dans certaines parties des Alpes, et, sur une plus grande échelle, dans les Andes, et dans l'Himalaya. En effet, lors même que les points culminants ne sont pas très-étendus, on reconnaît que les ruptures voisines ont souvent eu lieu dans un même sens, parallèle à ces points culminants. Il résulterait de cette ingénieuse conclusion, en rapport avec les faits, que chaque dislocation terrestre aurait eu beaucoup d'extension. Si, pour à présent, nous n'en voyons que les effets, nous aurons au moins la preuve que chacune des révolutions auxquelles on doit le soulèvement d'un système de montagnes, a dû produire une perturbation générale sur les sédiments et les animaux qui se déposaient, et sur les couches de l'écorce terrestre déjà consolidées.

†† Effets des perturbations géologiques sur les couches sédimentaires en état de formation et sur les faunes terrestres et marines qu'elles renferment.

Prenons la terre dans un de ces longs intervalles de repos qui se sont succédé, à plusieurs reprises, depuis la première animalisation du globe. Laissons-la subissant encore lentement les effets de toutes les circonstances naturelles passives, décrites dans le troisième chapitre de cette seconde partie, et qui, aujourd'hui, sont en pleine activité sur nos continents, dans nos mers. Voyons ce qu'une dislocation comme celle des Pyrénées ou des Andes pourra produire sur l'ensemble de la nature.

§ 163. Nous avons dit que, mises en mouvement par suite du déplacement des matières et poussées avec violence sur les continents, les eaux ont dû les couvrir entièrement et détruire, à la fois, tous les animaux terrestres. C'est, en effet, ce que nos études sur l'Amérique nous ont permis de croire, en observant, à côté de l'immense chaîne des Andes, cet ossuaire non moins considérable des Pampas de Buenos-Ayres (*Géologie de l'Am. mérid.*, p. 72, 81), formé seulement, sur une surface d'environ *quatre-vingt-quinze mille kilomètres carrés de superficie*, de limon rougeâtre enveloppant des squelettes entiers et des os séparés de mammifères. On conçoit que ces proportions gigantesques des dépôts à ossements de mammifères excluent toute idée d'un charriage dû à la seule action des affluents terrestres qui, comme on l'a vu (§ 137), ne transportent que rarement des animaux, et ne pourraient, en aucune manière, produire des résultats semblables.

Nous croyons donc pouvoir attribuer aux seules perturbations géologiques, l'anéantissement complet des races d'animaux terrestres, qui couvraient le globe aux dernières époques antérieures à la nôtre, et leur dépôt dans les limons rougeâtres, à tous les niveaux terrestres, depuis le bord de la mer jusqu'à 4,000 mètres au-dessus, sur les plateaux des Andes, où nous les avons retrouvés. C'est ainsi que se sont formés les grands dépôts à ossements des Pampas, ceux des plateaux des Andes, et probablement, ceux de Sansan, dans le département du Gers. C'est encore à des mouvements semblables que nous croyons devoir attribuer le dépôt des ossements de mammifères dans les cavernes.

§ 164. La manière dont ces ossements y sont déposés par lits (*voy. fig.* 55), peut prouver, comme M. Constant Prévost l'a également pensé, qu'ils y ont été portés par les eaux, qui les ont presque partout enveloppés du même limon rougeâtre, et disposés en couches horizontales. En effet, on doit supposer que, lorsqu'ils n'étaient pas enlevés par les eaux et transportés au loin, les mammifères pouvaient être jetés dans les fissures produites par les dislocations récentes ou an-

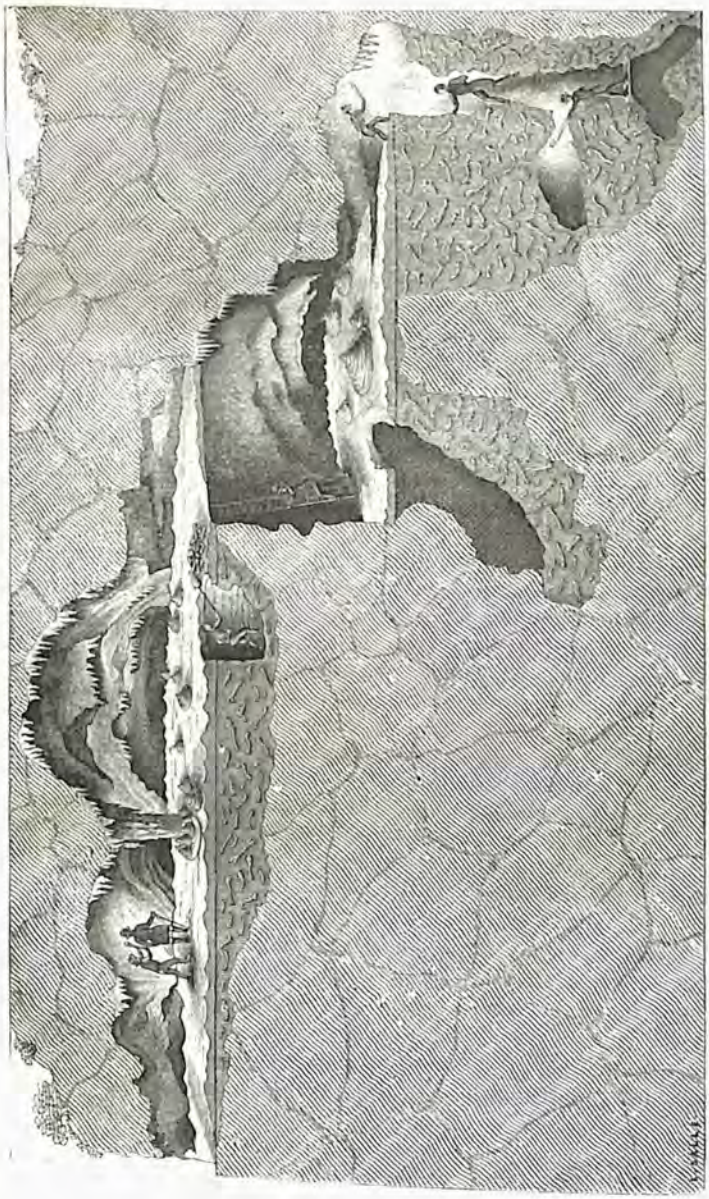


Fig. 55. Coupe verticale de la caverne de Gaillenreuth, en Franconie.

ciennes du sol, ou dans les cavités de même nature créées par la nouvelle dislocation, auxquelles on a donné le nom de *cavernes à ossements*. La présence des mêmes espèces dans le limon rouge des cavernes du Brésil, si bien explorées par MM. Lund et Clauzen, et dans le limon de même couleur des Pampas, démontrent que la même catastrophe les a portées où elles se trouvent aujourd'hui.

§ 165. Tant que les cavernes n'ont pas été comblées, et qu'elles ont donné accès aux eaux, elles ont pu recevoir des animaux et des sédiments. Il en résulte que les dépôts d'une même caverne peuvent appartenir à des âges géologiques très-différents, et être, par exemple, composés de couches distinctes, contenant des animaux de faunes successives. C'est, en effet, ce que M. Lund a déjà observé dans les cavernes du Brésil, et ce qu'on a également reconnu sur quelques autres points de l'Europe, où les cavernes ont été étudiées avec plus de soin, comme les poches à ossements de Montmorency, bien observées par MM. Constant Prévost et Desnoyers; la caverne d'Ash-Hole, étudiée par M. Lyte, etc., etc.

§ 166. En résumé, à chaque grande dislocation du globe, les animaux terrestres ont été détruits, à la surface de la terre, par l'envahissement subit des eaux de la mer, qui ont noyé et entraîné les mammifères, et les reptiles plus propres au sol, tandis que les animaux fluviatiles et lacustres étaient anéantis par la seule apparition de l'eau salée, qui asphyxie immédiatement les êtres organisés pour vivre seulement dans les eaux douces. Nous avons été témoin, dans le golfe de Luçon (Vendée et Charente-Inférieure), d'un fait qui, indépendamment de nos expériences partielles, prouve ce que nous venons d'avancer. Pour nettoyer les grands canaux d'écoulement, il est d'usage de couper périodiquement les plantes aquatiques et de lâcher ensuite les écluses à marée basse, afin que le courant entraîne le tout vers la mer. Nous nous trouvions sur le bord du canal, au point où le courant d'eau douce fut atteint par le flux de la marée montante. A l'instant où les poissons d'eau douce, comme les brochets, les perches et les tanches, entraînés avec les plantes, touchaient l'eau salée, ils s'agitaient beaucoup, sautaient hors de l'eau, ou s'élançaient à terre avec violence, pour se soustraire à l'élément envahisseur qui, pour eux, était un poison subit, et ils mouraient asphyxiés après quelques minutes de cette extrême agitation.

§ 167. Si l'exhaussement des grands systèmes de montagnes a pu produire l'anéantissement subit des faunes terrestres, nous allons chercher ce qui a dû avoir lieu sur les sédiments marins meubles et sur les faunes marines. Par la nature même de ces révolutions géologiques, nous pouvons juger qu'il s'est opéré partout des changements de niveaux. Des terres depuis longtemps émergées ont été englouties sous les eaux,

tandis qu'au contraire, certains points du fond des océans ont surgi à sa surface et viennent former de nouveaux continents (*fig.* 51). On peut se faire une idée du chaos qui devait exister, lorsque les eaux balayaient, d'un côté, les anciennes terres en enlevant les particules terrestres, et battaient en brèche, de l'autre, les nouvelles couches soulevées qui, souvent formées à leur surface de sédiments non encore consolidés, se délayaient dans les eaux et formaient comme une espèce de boue. Supposons encore, pour compléter le tableau, que ces eaux recevaient, de plus, l'action immédiate des gaz, des acides sulfureux et autres, que pouvaient y amener du foyer incandescent les nouvelles fissures de l'écorce terrestre. On doit donc croire qu'une masse considérable de sédiments s'est trouvée en mouvement avec les eaux, et que cette masse, même au milieu de cette instabilité des choses, a dû commencer, par les lois de l'équilibre, à niveler les nouvelles inégalités de la surface terrestre. Les gros cailloux ont, sans doute, été les premiers en place; et, à mesure que la tranquillité renaissait, les autres sédiments, comprenant des restes d'animaux terrestres et marins, sont venus former le fond des nouvelles mers.

Quant aux animaux marins, qu'ont-ils pu devenir dans cette catastrophe? Supposons-les un instant sur le lieu même de la dislocation. Pour les animaux côtiers, nous avons vu (§ 116 à 118) qu'ils ont presque tous des zones d'habitation propres qu'ils ne franchissent pas; qu'ils sont spéciaux, dans ces zones de profondeur, à des natures distinctes de sol; que les uns ne vivent que dans le sable, les autres sur les rochers, ou dans la boue. On conçoit que tous les niveaux étant changés, ceux de ces animaux qui sont fixes se trouveront, sur les parties disloquées, poussés au sommet d'une nouvelle montagne, dans les vallées que celle-ci vient de creuser, ou placés au fond des nouveaux océans. Enfin, sur les points qui ont souffert de grandes perturbations, les animaux côtiers fixes seront placés à tous les niveaux, et, dès lors, très-rarement dans la zone propre à leur existence. Pour les animaux côtiers libres, transportés subitement avec tous les sédiments alors en mouvement, ils iront à des profondeurs diverses, dans les grandes cavités, niveler le fond de ces nouvelles mers, et se trouveront presque toujours à des niveaux où ils ne peuvent vivre, dussent-ils résister à l'action prolongée du mouvement des eaux. Les points des continents qui n'ont pas été immédiatement disloqués, ont au moins dû subir l'action du changement de niveaux dans les eaux qu'apportent les nouvelles dislocations. Alors les animaux côtiers seront émergés, placés au-dessus des eaux, ou se trouveront bien au-dessous de leur zone d'habitation. D'ailleurs, en supposant même qu'ils puissent résister à l'action du mouvement, rarement se trouveront-ils, par suite du transport des sédiments, et des changements de niveaux, dans des conditions favora-

bles de vitalité. En voyant une simple tempête suffire pour enlever les animaux marins des côtes (§ 103) et en détruire un grand nombre, soit en remplissant de sable, de sédiments, leurs branchies et leurs coquilles, soit en les blessant par le choc, nous sommes porté à croire qu'après des mouvements semblables, il ne pouvait pas rester d'animaux côtiers vivants, et que tous, comme les animaux terrestres, devaient être anéantis. C'est, en effet, le résultat que nous donne, sur tous les points du globe, l'étude comparative des étages géologiques et des faunes qu'ils renferment.

§ 168. Les animaux pélagiens, libres dans les océans, comme les poissons, les céphalopodes, n'ont pas eu plus de chances d'existence que les animaux terrestres et côtiers; car, plus sensibles que les autres au mélange de l'eau, il suffit, pour les étouffer, qu'une quantité très-minime de sédiments terreux y soit répandue. Nous avons fait, à cet égard, des expériences sur des sèches, sur des calmars, ainsi que sur des poissons, et nous avons toujours vu ces animaux périr après quelques instants. Les céphalopodes même laissés dans la teinture noire qu'ils jettent ordinairement derrière eux en s'enfuyant, meurent asphyxiés. Nous devons donc croire, que, mélangées de sédiments et peut-être encore de liquides sulfureux sortis des fissures terrestres, et mises en mouvement par suite des dislocations, les eaux ont dû certainement, à la fin de chaque grande période géologique, anéantir les animaux pélagiens.

§ 169. Ajoutons que les animaux terrestres et marins d'une faune géologique ont dû être anéantis à la fois, et que tous les restes qui se trouvaient dans les couches meubles de la surface des continents et des mers ont pu, dans ces instants de perturbation, être mélangés et portés sur des points différents de ceux où ils ont vécu. On pourrait ainsi se rendre compte de ces étages entiers qui manquent sur un point, tandis qu'on les voit en lambeaux sur d'autres, plus ou moins éloignés, et de ces mélanges singuliers, mais rares, de restes d'animaux terrestres et marins. Comme le mouvement s'exerçait simultanément sur beaucoup de points de l'étage qui venait d'être interrompu, on doit lui attribuer ces mélanges moins importants de coquilles et d'animaux qui ont vécu sur des lieux voisins, mais de nature différente, comme ceux des rochers, des plages vaseuses et des plages de sédiments plus fins, et même les mélanges de coquilles terrestres et marines qui ne pouvaient vivre ensemble.

§ 170. La question de savoir si ces mouvements des eaux ont été prolongés, et si, entre la fin de chaque époque géologique, et l'instant où de nouveaux êtres ont été créés, dans l'étage suivant, il s'est écoulé un laps de temps considérable, nous paraît résolue assez affirmativement par beaucoup de faits. Si le mouvement avait été instantané, et si une nou-

velle faune était venue immédiatement remplacer l'ancienne, un grand nombre des restes de cette ancienne faune pourraient se trouver mêlés aux êtres de la nouvelle; mais l'observation directe prouvant généralement le contraire, puisque les mélanges sont des exceptions très-rares, on en doit conclure, que le mouvement a été assez prolongé, et l'espace de temps assez éloigné pour détruire, par l'usure ou autrement, les restes organisés qui, après une grande révolution géologique, se trouvaient à la surface.

Nombre d'autres faits géologiques viennent le prouver également : les cailloux formant poudingues et ne contenant aucuns fossiles, de la base de l'étage falunien de Carry (Bouches-du-Rhône); ceux de la base de l'étage parisien, situé entre Barrême et Gévaudan (Basses-Alpes), les cailloux quartzeux de la base de l'étage toarcien ou du lias supérieur de Thouars (Deux-Sèvres), ainsi que toute la surface de sédiments qu'on rencontre souvent sans fossiles à la base d'un étage. Il en est de même des dénudations profondes exercées par les eaux, entre les dernières couches d'un étage et les premières du suivant et même de l'enlèvement complet, sur quelques points de l'étage entier. A ces preuves ajoutons l'usure, ou le polissage de l'étage inférieur, avant que celui qui lui succède immédiatement ait déposé des restes de corps organisés. Nous citerons, entre autres, deux exemples de ce genre : l'un à Lion (Calvados), où, sur le bord de la mer, on voit que les dernières couches de l'étage bathonien, composées d'un calcaire arénacé, blanc, ont été usées et polies par les eaux, avant que les premières couches de l'étage kellovien, composées d'argile bleu, se soient déposées; l'autre, très-remarquable, près d'Entrages (Basses-Alpes). On reconnaît que les couches de l'étage toarcien ont été usées, corrodées par les eaux, en même temps que les fossiles qu'elles contenaient, comme l'*Ammonites bifrons*, avant le dépôt des couches de l'étage bajocien, alors de calcaire marneux noir, et ce phénomène se manifeste sur une grande surface de terrain. Nous pourrions encore citer beaucoup d'autres faits; mais ils se trouveront dans notre quatrième partie, à l'étude spéciale des étages où nous les avons observés.

§ 171. En résumé, chaque fois qu'un système de montagnes a surgi au-dessus des océans, la faune existante a été anéantie par le mouvement prolongé des eaux, sur les points disloqués, et même sur ceux qui ne le sont pas; et une nouvelle période d'existence ne s'est manifestée que longtemps après le repos de la nature. La séparation par faunes distinctes successives qu'on trouve dans chaque terrain, dans chaque étage géologique, ne serait donc que la conséquence visible des soulèvements et des affaissements de diverses valeurs qu'a dû subir dans toutes ses parties la croûte consolidée de l'écorce terrestre.

+++ Effets des perturbations géologiques sur les couches sédimentaires consolidées et sur les restes organisés qu'elles renferment à l'état fossile.

§ 172. Nous avons eu, jusqu'à présent, à signaler dans ce chapitre, les grandes causes géologiques, auxquelles on doit attribuer les résultats généraux connus. Il nous reste à retracer une série nombreuse de faits non moins importants, mais dont tous les détails peuvent, pour ainsi dire, se toucher du doigt, ou du moins se vérifier à chaque pas, dans l'étude de la nature. Par le relief que forment maintenant les Alpes, les Pyrénées, par les inclinaisons diverses que présentent les parties disloquées de leurs deux versants, ces montagnes nous prouvent que des roches sédimentaires, jadis déposées horizontalement par les eaux, sont aujourd'hui dans toutes les positions; les unes verticales, ou plus ou moins inclinées, et quelques autres dans une position qui approche de l'horizontalité. Une dislocation a donc pour effet de changer presque tous les niveaux des couches consolidées, des eaux des nouvelles mers, et d'amener de grands lavages à la surface des continents.

Le changement de niveau, d'horizontalité, dans les couches consolidées, déterminé par une dislocation géologique (*fig.* 54), amène les cas tout différents que nous avons déjà signalés (§ 161). Des couches restent quelquefois presque *horizontales*, comme on le voit souvent en étudiant les falaises maritimes qui bordent les pays de plaines. On en trouve des exemples dans les étages corallien, kimméridgien, turonien et sénonien de la Charente-Inférieure, dans les mêmes étages du Calvados, et dans les grandes falaises crétacées des côtes de Normandie, depuis le Havre jusqu'à Abbeville, où pour s'apercevoir que ces couches plongent d'un côté ou de l'autre, il faut parcourir une grande surface. Elles sont, pour ainsi dire, déposées comme elles l'étaient au sein des anciennes mers.

Dans les montagnes, les couches jadis horizontales sont plus ou moins *inclinées*, ou *plongent* au nord, au sud, à l'est ou à l'ouest, ainsi qu'on peut le voir en parcourant les Alpes et les Pyrénées.

§ 173. En d'autres circonstances plus rares, les couches, par suite d'un effet de bascule, sont *redressées verticalement*. On les voit, en cet état, dans les montagnes aussi bien que dans les plaines. Les couches de l'étage sinémurien, sur lesquelles est bâti le bourg de Gévaudan (Basses-Alpes), et les couches qu'on remarque sur la rive opposée du torrent, sont tout à fait verticales (*fig.* 56). Il en est de même des couches tertiaires qu'on remarque sur la rive droite du torrent, entre Gévaudan et Barrême (Basses-Alpes) (*fig.* 57). Celles-ci, composées d'alternances

de lits de gros galets formés avec des débris néocomiens, de graviers et d'argiles, sont maintenant tout à fait verticales. Les schistes ardoisiers de l'étage silurien inférieur d'Angers sont également verticaux. Lorsqu'on étudie les fossiles contenus dans ces étages, et la manière dont les coquilles et les galets s'y sont déposés, on reconnait

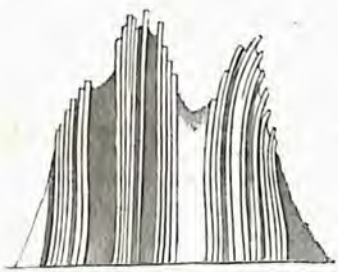


Fig. 56. Couches redressées à Gevaudan (Basses-Alpes).

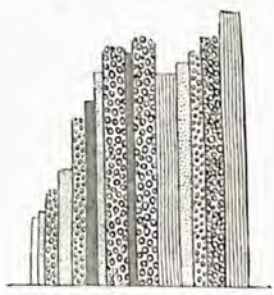


Fig. 57. Couches redressées près de Barrême (Basses-Alpes).

qu'ils y ont été enveloppés, les couches étant horizontales, et que ces couches ont été redressées postérieurement à leur parfaite consolidation.

§ 174. On a quelquefois parlé de *renversements de couches*, c'est-à-dire, que les parties de ces couches qui étaient dessus, se trouveraient dessous, par suite du redressement et du renversement. Bien que nous n'ayons jamais vu ces renversements, qui paraissent extrêmement rares, il nous est facile de nous les expliquer ; car il est certain que, pour imprimer à une couche un mouvement de bascule qui la relève de 45 degrés à l'horizon, il faut une force plus énergique que celle qui deviendra nécessaire pour la retourner tout à fait, et mettre en dessus ce qui était en dessous.

§ 175. Lorsque les dislocations ont eu lieu sur des couches encore en un état imparfait de consolidation, il s'est formé des glissements de molécules dans toutes leurs parties composantes. Quelquefois ces effets de glissements ne sont sensibles dans les couches que par la déformation de tous les fossiles qu'elles renferment, comme nous le voyons dans les couches oxfordiennes de Crué, près de Saint-Mihiel (Meuse), dans les couches cénomaniennes de la Malle (Var), dans les étages callovien et néocomien de Chaudon et de Barrême (Basses-Alpes).

Le plus souvent ces couches ont subi des *plissements* en divers sens. Elles se sont reployées sur elles mêmes, comme les couches des étages corallien et néocomien (*fig.* 58) comprises entre le Cheiron et Castillon près de Castellane (Basses-Alpes), qui montrent, d'un côté, le *redres-*

sement des couches coralliennes 14 (*fig.* 58), et de l'autre le *reploiement* des couches néocomiennes 17 (*fig.* 58).

Fig. 58. Coupe prise entre le Cheiron et Castillon (Basses-Alpes).

On voit, sur quelques points, des couches formées, dans le principe, de lits horizontaux, parallèles, représenter, par suite de pressions d'inégales valeurs, ou de plissement, le *reploiement* d'une partie sur l'autre, comme dans l'étage néocomien, des deux côtés du torrent du pont d'Hyèges, entre Mouries et Gévaudan (Basses-Alpes) (*fig.* 59). D'autres *ondulations de couches* sont inclinées, comme dans l'étage néoco-

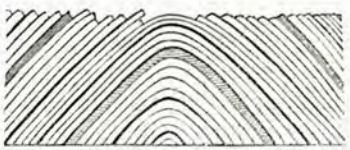


Fig. 59.

Fig. 60.

mien de Saint-André-de-Meouilles, et dans les couches coralliennes de Chaudon (Basses-Alpes). Lorsque les ondulations des couches sont sur un plan horizontal, comme dans le lias inférieur de Dignes (Basses-Alpes), sur la route de Chaudon (*fig.* 60), ou dans l'étage kimméridgien de l'île d'Oléron, entre Saint-Denis et la tour de Chassiron, et sur une foule d'autres points, dans les schistes siluriens des départements d'Ille-et-Vilaine, de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire, en France, et dans les couches de l'étage carbonifère de Belgique, on pourrait croire qu'elles proviennent d'une pression latérale déterminée par deux axes de soulèvement, ou de la différence de pression due à la nature du sol sous-jacent, qui a cédé plus sur un point que sur un autre, en obligeant les couches à se reployer inégalement, pour en suivre les inégalités. Quoi qu'il en soit, il n'entre pas dans notre cadre de discuter les causes. Nous n'avons besoin, quant à présent, que du fait qui peut amener des déformations sans nombre dans les fossiles qui y sont contenus, ou détruire le parallélisme des couches et alors induire en erreur sur l'âge des terrains.

§ 176. On a donné le nom de **faille** à un autre genre de dislocation très-important à constater en géologie et en paléontologie. La

faille consiste en une rupture, verticale ou oblique sur la tranche, d'un ensemble de couches, qui place une portion à un niveau, tandis que l'autre glissera sur sa tranche, et se trouvera ou plus élevée, ou plus basse (*fig.* 61). Il en résultera que des couches, ou même des étages géologiques d'âges différents, pourront être mis sur la même ligne, et

Fig. 61. Failles simples de la pointe du Ché, près de La Rochelle.

souvent tromper l'observateur peu expérimenté. Les failles étant beaucoup plus fréquentes qu'on ne le croit généralement, puisqu'elles se trouvent, à chaque pas dans les montagnes, et même sur le sol en apparence moins tourmenté des plaines, exigent une attention toute particulière, afin de les retrouver dans toutes les circonstances. Quand la faille met en contact des couches de nature minéralogique tout à fait distincte, on la reconnait de suite ; mais il n'en est pas ainsi, lorsque la nature minéralogique diffère peu, comme il arrive très-souvent dans les montagnes et dans les plaines, par exemple à Boulogne (Pas-de-Calais), où des couches bleues de l'étage kimméridgien et du portlandien sont placées sur le même niveau horizontal. Alors les fossiles seuls pourront la faire reconnaître, en montrant des faunes distinctes dans les couches que la faille a mises accidentellement sur le même plan horizontal. Si le sol extérieur avait toujours conservé la différence de niveau que les couches ont subies dans l'intérieur, on aurait encore un moyen de les retrouver ; mais les allures du sol, au contraire, montrent quelquefois, extérieurement, une horizontalité parfaite, due au nivellement apporté par les dénudations successives, quand les fouilles dans l'intérieur de la terre, ou les falaises des bords de la mer, montrent un grand nombre de failles. Nous en avons eu beaucoup d'exemples dans les falaises de l'étage corallien, de la pointe du Ché, près de La Rochelle (*voy. fig.* 61), dans les falaises de l'étage kimméridgien du Ro-

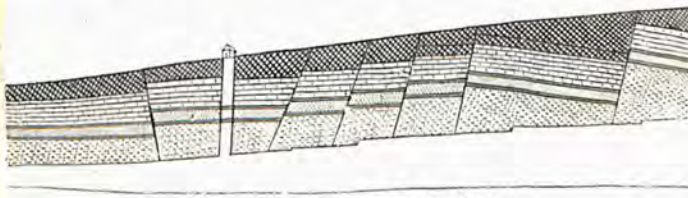


Fig. 62. Failles simples de la Belle-Croix.

cher, entre cette ville et Rochefort, et surtout dans le creusement du

canal de Niort à la Belle-Croix, située à huit kilomètres de La Rochelle (*fig.* 62).

§ 177. Des failles ont souvent produit des vallées au milieu des montagnes, comme on le remarque dans les Alpes, ou quelquefois un torrent franchit une chaine par une fente de cette nature. Nous avons également reconnu, que beaucoup de vallées, dans les plaines, étaient le produit d'une faille. En parcourant la côte des départements de la Somme et de la Seine-Inférieure, où des falaises de craie blanche paraissent offrir une grande uniformité de couches, nous n'avons pas été peu surpris de reconnaitre, par les niveaux qu'occupent les fossiles, dans les falaises, des deux côtés des vallées qui s'y jettent à la mer, qu'elles étaient produites par des failles. En effet, les vallées d'Étretat, de Criqueport, de Fécamp,

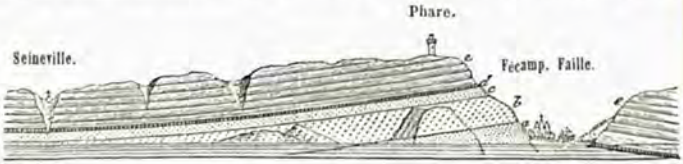


Fig. 63. Coupe prise à Fécamp (Seine-Inférieure).

de Saint-Valery en Caux, etc., sont toutes dues à des dislocations de cette nature. Au milieu d'une masse de couches de craie de même nature minéralogique, la différence dans les niveaux qu'occupent des couches à *Micraster cor anguinum*, fait reconnaitre qu'une faille considérable a formé la vallée, comme on peut en juger par la figure prise à Fécamp (*fig.* 63).

Nous pourrions multiplier à l'infini les exemples, mais nous nous contenterons de donner (*fig.* 64) celui d'une des failles les plus curieuses que nous connaissions. Elle existe dans le ravin de Saint-Martin, commune d'Escragnolles (Var). On y voit d'abord, sur un plan incliné, cinq failles successives. La première A montre que les couches de l'étage oxfordien 13 ont été disloquées avant d'être recouvertes par les dépôts supérieurs; car cette faille, que nous appellerons *faille partielle*, a dérangé seulement les couches de l'étage oxfordien, sans se prolonger dans l'étage néocomien 17, qui le recouvre, ce qui prouve qu'elle préexistait au dépôt des couches néocomiennes. Les failles B, C, D, E sont, au contraire, des *failles générales*, puisqu'elles ont aussi bien disloqué l'étage oxfordien 13, que les étages néocomien 17, albien 19 et cénomanien 20, qui y sont superposés. Ces cinq failles, comprises dans un espace de deux kilomètres de longueur, mettent en contact, au même niveau horizontal, des couches d'âges géologiques très-différents. Elles démontrent combien les ruptures de ce genre peuvent amener d'irrégula-

rités dans la position relative actuelle des étages, et combien, lorsqu'on recueille les fossiles qu'ils renferment, il faut se tenir en garde contre

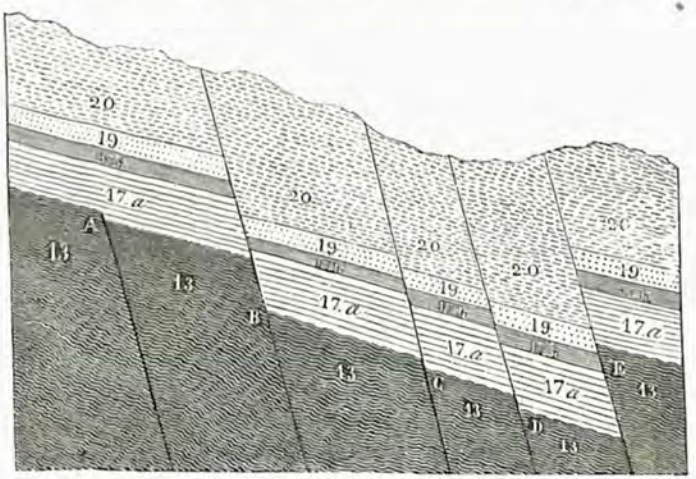


Fig. 64. Faille compliquée du ravin de Saint-Martin d'Escragnolles (Var).

l'erreur qui consisterait à prendre pour des mélanges naturels des accidents mal appréciés par l'inexpérience du collecteur.

§ 178. Une des grandes perturbations occasionnées par les dislocations sur les couches consolidées, est celle qu'on désigne sous le nom de *dénudation*. C'est l'action de lavage et d'enlèvement d'une certaine partie des couches par l'action prolongée des eaux. On doit à ces dénudations la séparation et l'isolement de la butte Montmartre, de la butte de Ménilmontant, et des buttes du mont Valérien, aux environs de Paris

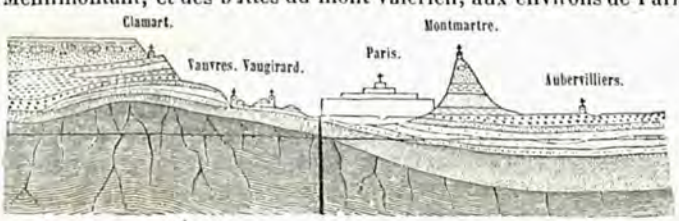


Fig. 65. Coupe de Montmartre à Clamart, près de Paris.

par exemple; toutes ces buttes étant, d'après l'étude géologique, autant de lambeaux qui formaient un grand ensemble de couches de même nature (*fig.* 65), dont la continuité est à Clamart.

Ces grandes dénudations partout remarquées au pourtour du bassin

tertiaire de Paris, ne peuvent s'attribuer à des causes actuelles, qui, dans aucun cas, ne seraient assez puissantes ; et tout prouve qu'elles sont encore le résultat des grandes dislocations terrestres.

On voit des traces de dénudations de cette nature sur tous les points du globe, soit par l'isolement des parties formant jadis un tout, soit par l'enlèvement des couches dans les montagnes. C'est bien certainement à des actions puissantes de nivellement qu'il faut attribuer, dans les Alpes, le morcellement des étages cénomanien et sénonien des terrains crétacés, et surtout les petits lambeaux existant encore aujourd'hui des étages suessonien et parisien de l'époque tertiaire. Il est évident que ces étages formaient d'immenses surfaces ; que les dislocations ont dû les conserver dans les anfractuosités qu'elles laissaient sur tous les lieux où la dénudation ne pouvait avoir qu'un faible accès. La manière dont se montrent seulement ces lambeaux d'étages, depuis Grasse jusqu'à Grenoble, sur le versant français des Alpes, amène au moins à cette conclusion. Ce sont des restes des lambeaux échappés à la destruction générale, qui viennent seuls témoigner que ces étages existaient sur l'emplacement occupé par les Alpes, avant que cette chaîne eût pris son relief actuel.

On doit aussi à ces grandes dénudations générales, le creusement, l'élargissement extraordinaire des vallées qu'une faille avait, sans doute, primitivement tracées dans une dislocation antérieure ; car lorsqu'on étudie la puissance de ces dénudations, l'immense étendue des parties enlevées, et la masse des matériaux charriés, il devient impossible de les rattacher aux causes actuelles, dont l'action est si limitée.

§ 179. Les effets géologiques des dislocations sur les restes organisés fossiles contenus dans les couches consolidées, se sont montrés de différentes manières ; et l'un de ces effets se rattache encore aux dénudations. Nous voulons parler des *fossiles remaniés*. Lorsqu'une couche consolidée a été en butte aux grands efforts des eaux et que les parties qui la composent ont été désagrégées par leur action, il arrive qu'enlevés de cette couche, les fossiles, ordinairement plus résistants, peuvent être transportés, soit en des couches postérieures, soit en d'autres sédiments du même étage. On appelle ordinairement, *fossiles remaniés sur place* l'effet du mouvement des eaux assez fort pour détacher et isoler les fossiles de la roche, pour les transporter par lits au milieu des sables, des argiles d'une composition minéralogique différente, mais de la même époque géologique. Nous avons vu des remaniements de ce genre, principalement dans l'étage albien ou le Gault, à Wissant (Pas-de-Calais), à Sauce-aux-Bois, à Novion (Ardennes), à Varennes (Meuse), à Clar (Var), à la montagne des Fis (Savoie). On les reconnaît à la forme anguleuse des fragments remaniés et déposés par lits hori-

zontaux, aux fossiles toujours remplis de matière différente des couches qui les renferment aujourd'hui, comme à Sauce-aux-Bois, à Wissant et à la montagne des Fis, par exemple, où ils sont formés de matière noire, quand les sédiments qui les entourent actuellement sont des sables verts très-fins, ou de l'argile grisâtre. Une preuve sans réplique de remaniement s'y montre souvent. Lorsqu'une valve isolée d'une coquille acéphale se trouve déposée dans une couche quelconque, elle ne peut que se remplir des matières qui l'environnent. Si elle reste dans cette couche, cette matière est naturellement toujours identique de composition minéralogique à la masse générale de la couche. Dès lors, les valves isolées dans les couches de grès verts devraient être remplis de ces mêmes grès, tandis qu'elles le sont toutes de matière noire d'une nature très-distincte.

Nous avons de fréquents exemples de remaniement de fossiles, dans des étages bien différents de ceux qui les contenaient primitivement. Nous avons déjà cité ces *Productus* de l'étage carboniférien, que MM. Murchison et de Verneuil ont trouvés avec les coquilles fossiles de l'étage contemporain, en Russie. Les fossiles albiens de Clansayes (Drôme), composés d'une roche chloritée très-compacte, sont remaniés dans un sable rouge appartenant à l'étage tertiaire falunien, ou dans un étage infiniment plus récent que celui qui les renfermait primitivement. Nous trouvons encore des remaniements de cette nature à la montagne Sainte-Catherine, à Rouen, où des fossiles de l'étage cénomanien forment un banc au milieu de l'étage turonien, et un autre à Fécamp (Seine-Inférieure), où les mêmes fossiles que ceux de la montagne Sainte-Catherine sont remaniés dans l'étage sénonien ou dans la craie blanche. Les bélemnites et les ammonites de l'étage toarcien sont, d'après M. de Munster, remaniés dans les couches tertiaires d'Osnabruck et de Cassel; l'*Ostrea Columba* de l'étage cénomanien est remaniée dans les faluns d'Angers; les fossiles du lias le sont, avec les coquilles de l'époque actuelle, à Banff, en Ecosse, d'après M. Prestwich, etc.

§ 180. Pour nous résumer, relativement aux fossiles zoologiques, on voit que durant les périodes de repos, ils peuvent être renfermés soit au sein des couches, soit dans leur position normale d'existence, y être déposés entiers, par parties séparées; y former des bancs sous-marins, ou être roulés sur les côtes. Dans les périodes d'agitation, ils peuvent être remaniés sur place dans le même étage, ou transportés dans des étages d'âge différent de celui où ils ont vécu, par suite de simples remaniements. Les dislocations placent aussi les couches qui les renferment dans les circonstances les plus disparates, par suite des soulèvements et des affaissements de diverses valeurs. Les failles mettent quelquefois sur le même horizon des étages de deux âges distincts. On conçoit que toutes ces

causes, qui, tendent à intervertir l'ordre naturel des choses, sont autant de difficultés dont il faut tenir le plus grand compte dans l'étude paléontologique. Les plus petites irrégularités géologiques devront être étudiées avec détail avant de recueillir les restes organisés contenus dans les couches. Il faudra ensuite s'assurer d'où proviennent réellement les fossiles qu'on rencontre libres dans les ravins surmontés d'étages divers, d'où ils peuvent tomber; ou ceux qu'on recueille au pied d'un coteau; car ils peuvent rouler des couches les plus supérieures, ou des plus inférieures de ces coteaux, et, dès lors, provenir d'étages d'âge très-différent. Lorsqu'on n'est pas assez exercé pour reconnaître la provenance réelle de ces échantillons libres qu'on trouve à la surface du sol, il convient de ne recueillir que ceux qui sont encore dans la couche où ils se sont déposés, et sur lesquels on ne peut avoir de doutes. Sans ces précautions, on s'expose à placer, dans un étage, des êtres qui ne s'y sont jamais rencontrés, et à faire des anachronismes qui tendront à intervertir l'ordre naturel des choses.

§ 181. **Des déformations dans les fossiles.** Nous avons dit que les différentes inclinaisons des couches non entièrement consolidées, avaient permis aux molécules composantes de subir un effet de glissement qui, dans beaucoup de cas, n'était sensible que par la *déformation* des nombreux fossiles qu'elles renferment (§ 175).

Nous appelons *déformations* toutes les altérations, tous les changements de forme que les restes de corps organisés ont pu subir dans les couches terrestres, par suite de la pression ou de toute autre cause géologique. Ces déformations sont de telle nature qu'elles changent entièrement les caractères spécifiques des êtres, et qu'elles ont servi à certains auteurs à former des genres et des espèces distincts.

Les animaux, comme nous l'avons dit (§ 94 et suivants), ne se sont pas déposés dans les couches terrestres, d'après, leur pesanteur spécifique, comme l'ont cru certains auteurs, mais bien comme elles se déposent encore aujourd'hui sur les rivages maritimes. Les êtres soudainement enveloppés de sédiments sont restés dans leur position normale, sur le point où ils vivaient. Les autres, morts dans les eaux, ont été transportés par les courants; leurs parties se sont dispersées, ont formé des bancs sous-marins, ont été jetées sur des rivages tranquilles, ou sur des rivages battus de la vague. Les restes organisés, aussi déposés et recouverts par les dépôts sédimentaires, sont devenus fossiles, avec leurs parties plus ou moins altérées, ou sont passés à l'état de moules, d'empreintes et de modèles (§ 24). Si postérieurement à leur dépôt les couches à l'état pâteux se sont affaissées dans leur position horizontale, par suite de la pression de l'ensemble, tous les corps organisés qu'elles renferment subissent des déformations dans le sens vertical. Si ces mêmes couches

ont été disloquées à l'état pâteux, et qu'elles se soient trouvées inclinées antérieurement à la pression de l'ensemble, cette pression produira un glissement oblique des molécules, par rapport à leur premier dépôt horizontal; et les corps organisés que ces couches renferment prendront des formes plus extraordinaires encore.

§ 182. La pression verticale des couches détermine, sur les corps placés dans la position horizontale, suivant leur compression naturelle, un aplatissement de toutes les parties. Les nautiles, les ammonites, de convexes qu'ils étaient, s'aplatiront et deviendront souvent aussi minces qu'une feuille de papier. L'*Ammonites serpentinus* des couches feuilletées de l'étage toarcien ou du lias supérieur offre souvent cette déformation (voy. *fig.* 66, la coquille dans son état normal, et 67, la même déprimée par la pression verticale).

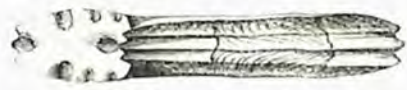


Fig. 66. Ammonites serpentinus.

Fig. 67. La même, déprimée par la pression verticale.

Les bivalves placées sur le côté perdront la moitié de leur convexité, ou (voy. *fig.* 68, 69), de convexes qu'elles étaient, seront même tout à fait aplaties. Cette déformation très-commune, que nous appellerons *déformation latérale*, ne change en aucune manière la forme symétrique

Fig. 68. Cardium Hillanum.

Fig. 69. Le même, déformé par la pression verticale.

des coquilles, et même en cela peut facilement induire en erreur, si, dans la détermination des espèces, l'on n'en tient pas un compte rigoureux.

§ 183. La pression verticale des couches produit encore les déformations toutes différentes que nous nommerons *déformations verticales*. Celle-ci a lieu principalement lorsque les coquilles spirales ou bivalves sont dans leur position normale, qu'elles sont placées verticalement dans le sens de leur longueur. Des coquilles de gastéropodes coniques deviendront entièrement plates, ou leur spire, de très-élevée qu'elle était, rentre sur elle-même et reste très-obtuse, comme on peut le voir par les figures comparatives que nous donnons du *Pleurotomaria santonensis*,

déformé par la pression et dans son état normal (*fig.* 70, 71). La même déformation a lieu pour les crustacés et pour les oursins.

Quant aux coquilles bivalves, la déformation verticale s'exerce généralement lorsque celle-ci est restée dans sa position normale d'existence, et elle en change entièrement la forme, comme on le trouve à La Malle (Var), etc. Telle coquille, naturellement ronde, le *Cardium hillanum*, deviendra oblongue transversalement, ainsi que le prouveront les figures comparatives, prises sur des échantillons en nature. Lorsqu'au contraire cette pression s'est exercée dans le sens transversal, c'est-à-dire des crochets au bord palléal d'une bivalve, elle deviendra oblongue de ronde qu'elle était (*fig.* 72, 73, 74).

Fig. 70. Pleurotomaria santonensis.

Fig. 71. Le même, déformé par la pression verticale.

La pression oblique des couches disloquées et inclinées produit, sur les corps organisés fossiles, ce que nous désignerons sous le nom de *déformation oblique*, et ces déformations sont de presque tous les étages géologiques. Chez les coquilles composées de parties paires et enroulées sur le même plan, elle rend la spire elliptique, de régulière qu'elle était ; beaucoup d'ammonites se trouvent dans ce cas, comme on le verra par les figures comparatives (*fig.* 75, 76), ainsi que des bellérophons. Les premières ont servi à former le genre

Fig. 72. Cardium hillanum.

Fig. 73. Le même, déformé par la pression verticale.

Fig. 74. Le même, autrement déformé

Ellipsolithes ; les autres à déterminer des espèces purement imaginaires.

Cette déformation oblique rend l'enroulement spiral elliptique chez les gastéropodes, en jetant le sommet latéralement, tantôt d'un côté,

Fig. 75. Ammonites Nodolianus.

Fig. 76. La même, déformée par la pression oblique.

tantôt de l'autre, ainsi qu'on le voit (*fig.* 77, 78) dans le *Pleurotomaria Fleuriausa*.

Si, pour des yeux exercés, ces déformations se reconnaissent facilement, il n'en est pas de même des déformations obliques des coquilles bivalves. Ici la pression peut rendre une coquille irrégulière de symétrique qu'elle était, en faisant jouer une valve

Fig. 77. Pleurotomaria Fleuriausa.

Fig. 78. Le même, déformé par la pression oblique.

sur l'autre; elle peut alors la faire ressembler à l'état naturel de coquilles bien distinctes, en rendant les valves inégales, comme on le voit pour le *Cardium hillanum* (*fig.* 79).

Fig. 79. Cardium hillanum, déformé par la pression oblique.

Lorsque cette pression a lieu dans le sens d'une verticale qui passe entre les deux valves et qu'elle l'incline, soit d'un côté, soit de l'autre, elle en change totalement la forme, sans en changer la symétrie, ce qui rend

cette déformation difficile à reconnaître. On peut en voir un exemple pris au milieu d'un grand nombre (*fig.* 80, 81).

Il est à remarquer que ces déformations sont souvent en rapport avec la valeur des dislocations qu'ont subies les couches consolidées terres-

Fig. 80. Cardium Hillanum déformé.

Fig. 81. Autre déformation produite par la pression oblique.

tres. Elles sont rares sur les points où la stratification est presque horizontale, dans les plaines, par exemple ; elles se multiplient outre mesure dans les montagnes, où toutes les couches ont subi des dislocations sans nombre. En tous cas, il convient d'en tenir un compte rigoureux dans la détermination des espèces, pour ne pas les multiplier à l'infini.

†††† Conclusions relatives à la séparation des étages géologiques, et des faunes spéciales qu'ils renferment.

§ 184. Nous voyons, d'après ce qui précède, 1° qu'il s'est manifesté à la surface de la terre, de longs intervalles de repos, pendant lesquels les couches sédimentaires se sont déposées lentement avec les nombreux restes des animaux qui vivaient alors sur les continents et dans les mers ; 2° que, par suite du refroidissement du centre et de la croûte extérieure du globe terrestre le retrait des matières a produit, sur cette croûte consolidée, des reliefs et des affaissements, auxquels on croit devoir, en raison du mouvement des eaux, attribuer l'anéantissement complet de la faune existante ; 3° que ces dislocations ont amené, à chaque époque, des changements de niveau dans les couches consolidées et dans les mers ; 4° qu'à la suite d'un laps de temps d'agitation, plus ou moins prolongé, après chacune de ces révolutions géologiques, des êtres différents ont été créés et sont venus, de nouveau, couvrir et animer la surface de la terre. Il nous reste maintenant à définir comment on reconnaît aujourd'hui, sur les couches consolidées de l'écorce terrestre, les limites de ces instants alternatifs de repos et d'agitation, et les différentes époques géologiques qui en sont le résultat.

On a vu que les sédiments déposés dans un instant de repos, forment des couches *parallèles*, *concordantes*, qui se succèdent les unes aux

autres, sans interruption. On a reconnu que le premier grand effet des dislocations terrestres est de changer les niveaux, et, dès lors, de placer sur le lieu de la dislocation, dans toutes les positions, les parties des couches solides qui ont été dérangées, par suite de cette révolution géologique. Comme les mers prennent toujours leur horizontalité, ce nouvel horizon, par rapport à l'inclinaison diverse des couches disloquées, n'est plus parallèle ; au contraire, il est, le plus souvent, fort différent. On dit alors que les couches sont en *discordance de stratification* (*fig.* 82). La discordance est donc le manque complet de parallélisme

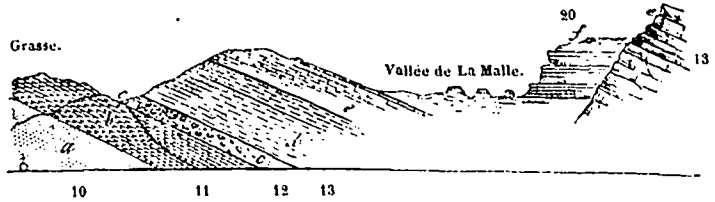


Fig. 82. Coupe géologique, prise entre Grasse et La Malle (Var).

entre deux couches qui se succèdent, dont l'une *e* 13 inférieure, jadis horizontale, a été dérangée avant que la nouvelle couche *f* 20 se soit déposée parallèlement à la ligne du nouvel horizon des eaux. Il en résulte que la *discordance* annonce certainement, partout où elle se trouve, qu'une dislocation, qu'une révolution géologique est survenue entre le dépôt respectif des deux couches, et qu'elles sont, dès lors, d'âge relatif différent. On doit donc admettre, avec tous les géologues, et sans aucune restriction, que la discordance dans les couches qui se succèdent, est un moyen certain de reconnaître la fin d'un étage et le commencement d'un autre.

La faille A du ravin de Saint-Martin (*fig.* 64), qui n'atteint que les couches de l'étage oxfordien 13, sans rien déranger aux couches supérieures, bien que l'inclinaison générale de tout l'ensemble soit pour ainsi dire parallèle, est encore une discordance d'une autre nature, qui, dans deux étages qui se suivraient, annoncerait une différence d'époque géologique.

§ 185. Quelques personnes ont pensé que la discordance était indispensable pour séparer deux âges de terrain. La série des observations, aussi bien que le raisonnement, portent à croire le contraire. Pour qu'il y ait discordance sur tous les points à la fois, entre les dernières couches d'un étage et les premières de l'étage suivant, il faudrait supposer que la dislocation de la fin d'une époque s'est manifestée avec la même intensité sur toutes les parties du globe à la fois ; ce qui n'est pas probable. C'est assez de voir les révolutions qui se

sont opérées atteindre, dans leurs dislocations, une portion considérable de la sphère, de l'étendue, par exemple, de la chaîne des Andes et des Pyrénées. Lorsqu'on étudie la géologie des plaines et des montagnes, on reconnaît, au contraire, que des couches parallèles, appartenant à des étages très-différents, se sont succédé pendant un laps de temps plus ou moins considérable. Il faut donc croire que si, bien certainement, des points de chaque étage ont été disloqués par suite des révolutions géologiques, d'autres sont restés dans une position plus ou moins concordante avec les étages supérieurs et inférieurs.

Voici comment nous avons trouvé marquée la séparation des étages, dans l'étude toute spéciale que nous en avons faite, comme on pourra le voir dans notre quatrième partie, où tous les faits partiels seront établis.

§ 186. La *dénudation d'un étage, marquée par les lignes irrégulières d'érosion*, à son point de contact avec celui qui le recouvre immédiatement, équivaut à une discordance ; car elle est le signe certain d'un mouvement géologique. On voit, partout, des exemples de ces lignes de séparation.

Le *polissage*, l'*usure*, la *surface corrodée* d'une roche, avant que celle qui lui succède se dépose, comme nous avons déjà signalé quelques exemples (§ 170), sont d'aussi bonnes limites que la discordance entre deux étages géologiques, puisqu'elles sont encore produites par des mouvements puissants de dislocation, et du mouvement des eaux, qui en sont le résultat immédiat.

Il en est de même du manque, dans quelques points, d'un étage intermédiaire, reconnu partout ailleurs, comme on le trouve si souvent dans la nature. Le manque de l'étage albien, qu'on remarque dans les Alpes, depuis Castellane jusqu'à Gap, entre l'étage aptien et l'étage cénomanien, et le manque, au contraire, de l'étage aptien, entre les étages néocomien et albien, depuis Castellane jusqu'à Grasse, quand, d'un autre côté, ces quatre étages se succèdent régulièrement dans les départements de la Meuse, de la Haute-Marne, de l'Aube et de l'Yonne, et en Angleterre, à l'île de Wight, sont, pour nous, l'équivalent d'une discordance; car ces manques d'étages prouvent un mouvement de soulèvement, d'affaissement, ou une grande dénudation sur les points où ils ne se trouvent pas dans leur ordre ordinaire de succession au milieu des couches.

§ 187. Lorsqu'on voit les dépôts des cavernes, celui des pampas, ainsi que ceux de presque toutes les *brèches à ossements*, comme celles de Sicile, de Nice, de l'Algérie, être d'une même couleur ferrugineuse rougeâtre produite, évidemment, par le lavage des parties terreuses de la surface des continents, on doit croire que cette couleur ferrugineuse peut, en certains cas, indiquer la fin d'une époque géologique ou le

commencement d'une autre. C'est, en effet, ce que nous avons remarqué dans une foule de circonstances. Les dépôts de fer limoneux de Bettancourt-la-Ferrée (Haute-Marne), qui sont entre la base de l'étage néocomien et les dépôts jurassiques; les couches ferrugineuses de Vassy, même département, qu'on remarque à la partie inférieure de l'étage aptien; la couche moins épaisse du ravin de Saint-Martin, près d'Escragnolles (Var), qui marque la fin de l'étage néocomien; la couche ferrugineuse de la base de l'étage bajocien de Bayeux, de Moutiers et de Sainte-Honorine se trouvent dans ce cas, ainsi qu'une multitude d'autres points de notre France. En Amérique, nous l'avons encore retrouvé, sur une grande échelle, à la base de l'étage falunien des terrains tertiaires, dans notre couche guaranienne et dans le limon des Pampas (Voy. *Géologie de l'Amér. mérid.*). On conçoit, néanmoins, que les dépôts de ce genre ne puissent se faire que dans les cavités terrestres laissées par suite du changement de niveau déterminé par la perturbation géologique ; aussi, ne doivent-ils être que locaux ; mais, dans quelques cas, ils sont encore des signes bien marqués, auxquels on peut reconnaître la fin d'un étage ou le commencement d'un autre.

§ 188. Les grands dépôts de galets, ou de gros sédiments, tels que les petits cailloux qu'on rencontre souvent à la base d'un étage, comme à Thouars (Deux-Sèvres), dans l'étage toarcien, à Carry (Bouches-du-Rhône), dans l'étage falunien, marquent aussi fréquemment la fin d'un étage et peuvent servir à les faire distinguer; car ils y ont été amenés par suite d'un mouvement prolongé dans les eaux, au commencement d'un nouvel horizon.

Les couches épaisses sans fossiles, qu'on rencontre quelquefois à la base d'un étage, en marquent aussi le commencement, avant qu'il eût contenu des animaux.

§ 189. Les **allures** extérieures, les inégalités du sol, dans les plaines, lorsqu'elles forment de longues ondulations, ne sont, le plus souvent, que le signe extérieur d'un changement d'étage, comme nous l'avons vu dans les départements des Deux-Sèvres, de la Haute-Marne, des Ardennes, de la Meuse, etc. Des inégalités bien plus grandes, produites par les dénudations sur des couches de densités différentes, signalent partout, dans les Hautes et Basses-Alpes, les limites, pour ainsi dire rigoureuses, des étages; à tel point, que chaque chaîne de montagnes, de collines, placée dans le sens des grandes dislocations, montre presque partout les grandes lignes de séparation des terrains et des étages.

§ 190. Ce que nous venons de dire de la différence de dureté et de composition minéralogique des étages, à leur point de contact, est un fait général qui sert toujours, sur une localité restreinte, à les faire reconnaître. Dans certains cas, cette différence est minéralogiquement très-

tranchée, par exemple, du grès au calcaire, du calcaire à l'argile, ou se montre par des changements prononcés dans la couleur respective des roches. Il est aussi des circonstances où, comme dans les Alpes, près de Digne, les étages, depuis le lias inférieur jusqu'à l'étage néocomien, sont tous composés de calcaires argileux noirâtres. Dans les départements de l'Yonne et de la Côte-d'Or, les trois étages du lias sont formés de calcaire marneux bleu. Près de Niort, les étages callovien et bathonien sont d'un calcaire blanc jaunâtre. Il faudra, dans ces circonstances, une plus grande attention pour les distinguer; mais de légères nuances de dureté, de couleur, acquerront alors une plus grande valeur qu'ailleurs, et seront encore les signes certains des lignes de séparation, parfaitement en rapport avec les faunes zoologiques qu'ils contiennent. D'ailleurs, à de petites couches plus dures, contenant un plus grand nombre de restes organisés, l'habitude pratique fait reconnaître les limites, tout aussi bien que si elles étaient marquées par des roches de natures différentes.

§ 191. La ligne de séparation entre deux étages est, disons-nous, marquée par une discordance de stratification dans les couches, par des dénudations, par le polissage, l'usure de la superficie de l'étage le plus ancien des deux, par des dépôts ferrugineux, par des lits de galets, par les inégalités extérieures du sol, enfin, par la différence de couleur et de composition minéralogique des roches qui se succèdent. Il reste à savoir si ces différents signes, auxquels on reconnaît la fin d'un étage ou le commencement d'un autre, suffisent toujours pour les faire distinguer bien certainement, et pour donner leur âge relatif. La discordance, avons-nous dit, est un moyen positif de distinguer deux époques géologiques qui se succèdent sur un point quelconque; mais cette discordance, qui indique bien certainement qu'il n'y a pas identité d'âge géologique entre ces deux étages, reste muette sur la question de savoir si, placés sur ce point l'un au-dessus de l'autre, ces deux étages sont bien ceux que la nature a fait se succéder dans l'ordre général de l'ensemble géologique. On voit, en effet, sur quelques points de notre globe, et surtout en France, se suivre, régulièrement les uns les autres, dans leur âge relatif et dans leur véritable ordre de superposition, de nombreux étages, comme dans les terrains jurassiques des départements des Deux-Sèvres, de la Charente-Inférieure (*fig.* 83) et du Calvados (*fig.* 84); ou comme dans les étages triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires des départements de la Haute-Marne et de la Marne, où rien ne manque dans la succession naturelle; mais on trouve aussi, sur plus de points encore, l'ordre naturel interverti, par suite de dénudations ou de différences de niveaux. Il manque, par exemple (§ 186), à Escragnolles (Var), l'étage aptien en-

tre l'étage néocomien 17, et albien 19 (*fig.* 64) ; à Honfleur (Calvados) (*fig.* 84), entre l'étage kimméridgien 15, et l'étage cénomanien 20, quatre étages intermédiaires, les étages portlandien, néocomien, aptien et albien ; à Fontaine-Étoupe-Four (Calvados) (*fig.* 85), six étages intermédiaires, les étages dévonien, carbonifériens, permien, conchilien, saliférien et sinémurien, entre l'étage silurien 1, et les couches liasiennes 8, qui les recouvrent sur ce point. Quelquefois, comme sur l'Oca, gouvernement de Moscou, à Yelatma, gouvernement de Tambof, on trouve l'étage oxfordien 13, en contact avec l'étage carboniférien 3, laissant, dès lors, neuf étages de moins dans cet intervalle, tandis que, sur l'étage oxfordien, se trouvera l'étage sénonien 21, avec un nouvel intervalle de huit étages. D'autres fois, enfin, comme dans les Alpes, il ne se présente que des lambeaux isolés des étages crétacés et tertiaires, placés diversement sur les étages jurassiques.

Que la discordance sépare deux étages qui doivent se succéder natu-

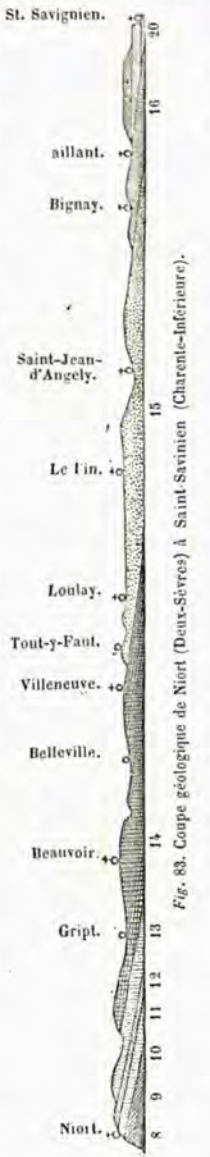


Fig. 83. Coupe géologique de Niort (Deux-Sèvres) à Saint Savinien (Charente-Inférieure).

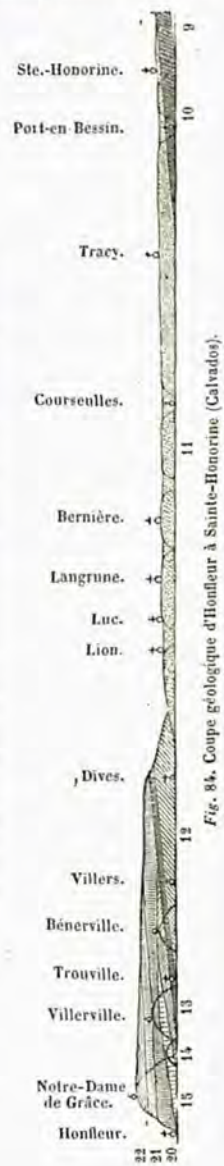


Fig. 84. Coupe géologique d'Honfleur à Sainte-Honorine (Calvados).

rellement, ou qu'elle sépare des étages qui laissent entre eux soit des terrains, soit un grand nombre d'étages de moins, comme sur les points que nous venons de citer, elle ne dénote toujours qu'une simple différence d'époque, sans rien enseigner sur l'âge relatif réciproque de ces époques. Il est donc certain qu'ici cesse *le domaine de la géologie non paléontologique*, pour céder la place *au domaine exclusif de la Paléontologie stratigraphique.*

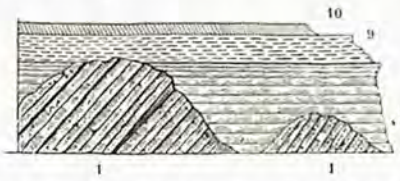


Fig. 85. Coupe prise à Fontaine-Etoupe-Four (Calvados).

Si, en effet, dans ces cas, on ne se sert que de la géologie, on pourra supposer que les étages sont dans leur ordre naturel de superposition. On ne tiendra, dès lors, aucun compte des lacunes qui existent entre eux; et, prenant l'étage qui recouvre l'autre, comme celui qui doit lui succéder, on commettra une erreur qui pourra s'étendre, ensuite, sur tous les autres étages supérieurs qu'on placera plus bas qu'ils ne doivent être, comme nous pourrions en citer de fréquents exemples dans les travaux de quelques auteurs. La géologie n'a, effectivement, sans la paléontologie, aucun moyen certain de reconnaître l'âge des étages, quand l'ordre naturel est interrompu; car les caractères minéralogiques sont insuffisants, et peuvent, au contraire, entraîner à de graves erreurs, puisque les circonstances actuelles et l'étude des étages terrestres nous ont fait reconnaître (§ 87) le synchronisme des couches de natures très-différentes. Lorsque les géologues non paléontologistes ont constaté ces lacunes, ils y ont toujours été amenés par les caractères paléontologiques des étages, les seuls qu'on puisse alors invoquer avec certitude. Cela est si vrai que lorsqu'ils n'ont pu se guider par les fossiles, comme pour les *Macignos* des Alpes, ils les ont classés successivement dans les terrains triasiques, crétacés ou tertiaires.

§ 192. Nous avons établi (§ 163) que la fin de chaque grande période géologique avait été marquée par l'anéantissement des êtres composant la faune de chacune de ces périodes; et qu'une faune nouvelle s'était ensuite manifestée à la surface du globe. Il en est résulté une succession de faunes distinctes caractéristiques de chaque terrain, de chaque étage, comme le prouveront les considérations spéciales de notre troisième partie. En effet, qu'une faune propre à un étage soit prise dans l'Inde, en Amérique ou en France; qu'elle soit en contact avec la faune qui l'a précédée, qu'elle soit, au contraire, séparée par une lacune plus ou moins grande, qu'elle soit enfin contenue dans un grès, dans une

argile, ou dans un calcaire, elle n'en montre pas moins, partout, les mêmes caractères zoologiques d'ensemble et les espèces identiques des plus caractéristiques Ainsi, dans toutes les circonstances géologiques, la paléontologie stratigraphique donnera toujours, pour les couches de sédiments, à l'aide des caractères généraux de formes animales, et de quelques espèces communes, comparativement à ce qu'on a observé préalablement au sein des étages, superposés dans leur ordre naturel, un moyen certain de reconnaître l'âge relatif d'une couche.

§ 193. Dans un paragraphe de ce chapitre (§ 190), nous avons dit que des différences de composition minéralogique des étages concordants annonçaient les limites respectives de ces étages. D'un autre côté, le synchronisme des dépôts actuels (§ 87) nous a montré que des sédiments de natures diverses se déposent, en même temps, dans les mers actuelles, comme ils se sont déposés dans les divers étages géologiques (§ 144). Il en résulte que cette différence dans la nature minéralogique ne peut recevoir qu'une application locale très-restreinte, et que les caractères qui ont servi, par exemple, à distinguer deux étages en Normandie, sont tout à fait insuffisants dans les Deux-Sèvres, ou dans les Ardennes.

Nous avons vu également que des perturbations naturelles fortuites (§ 88 et suivants) pouvaient amener un changement de nature dans les dépôts actuels et placer des argiles sur des sables, ou des sables sur des argiles, comme nous en avons rencontré dans les différentes couches d'un même étage géologique. Il reste donc démontré que le changement de nature minéralogique, s'il indique souvent la fin d'une période, d'un étage, peut aussi n'en montrer qu'un accident partiel, qu'un effet de ces perturbations naturelles. On entrevoit déjà que ce caractère minéralogique échappe à la géologie spéciale, puisqu'il ne peut donner les moyens de reconnaître si ce changement est dû à la fin d'une période, ou à des couches locales plusieurs fois renouvelées dans cette période. Ici encore, comme dans les discordances et dans tous les autres cas que nous avons cités, la paléontologie stratigraphique seule peut servir à distinguer, par la fin d'une faune et par le commencement de l'autre, la véritable limite de toutes deux.

§ 194. En résumé, toutes les considérations partielles de notre *troisième partie*, où nous donnons le résultat de la discussion sévère de la paléontologie du globe, relative aux animaux vertébrés et annelés, et à plus de DIX-HUIT MILLE espèces d'animaux mollusques et rayonnés (1);

(1) Cet ensemble d'espèces, discutées, quant à leur âge géologique et à leurs caractères zoologiques partiels et généraux sur la stratigraphie paléontologique, termine en 1847, s'imprime, en ce moment, sous le titre de *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés*. — Deux volumes de plus de 500 pages chacun, fruit d'un travail de cinq années.

tous les résultats géologiques de notre *quatrième partie* où nous examinons les caractères stratigraphiques et paléontologiques des étages, nous amènent aux conclusions suivantes :

Les animaux ne montrant dans leurs formes spécifiques, aucune transition, se sont succédé à la surface du globe, non par passage, mais par extinction des races existantes et par la création successive des espèces à chaque époque géologique.

Les animaux sont répartis par étages, suivant les époques géologiques. Chacune de ces époques présente, en effet, à la surface du globe, une faune distincte, caractérisée par des formes spéciales, et par des espèces identiquement les mêmes partout; aussi, les étages silurien, dévonien, carbonifèrien, permien, jurassiques, crétacés, et même les étages inférieurs de terrains tertiaires de toutes les couches géologiques du globe, sur lesquelles nous avons des données certaines, présentent-ils des caractères paléontologiques identiques; c'est-à-dire le même *facies* d'ensemble, les mêmes formes génériques et un nombre plus ou moins grand d'espèces identiques, communes partout, qui prouvent leur complète contemporanéité.

Cette contemporanéité d'existence, qu'on remarque à d'immenses distances aux premiers temps de l'animalisation et jusqu'à l'époque où se déposent les terrains tertiaires, semble dépendre d'une température uniforme et du peu de profondeur des mers. Néanmoins, cet état de chose ne pouvait se maintenir, dès que l'influence de la latitude et conséquemment l'inégalité de température déterminée par le refroidissement de la terre, d'un côté, les systèmes de montagnes, de l'autre, ainsi que les grandes profondeurs des océans, apportaient autant de barrières infranchissables à la zoologie terrestre et marine. On doit donc croire que l'uniformité de répartition des êtres sur le globe tient, pour les uns à l'égalité de température déterminée par la chaleur centrale, et pour les autres, à cette même cause, combinée avec le peu de profondeur des mers ; tandis que le morcellement des faunes tertiaires récentes, par bassins de plus en plus restreints, provient, en approchant de l'époque actuelle, du refroidissement de la terre, des limites de latitude, des barrières terrestres et marines, qui ont mis obstacle à l'extension des faunes.

Avant de passer à la troisième partie, entièrement consacrée aux éléments de zoologie, nous croyons devoir anticiper encore sur les résultats géologiques de notre quatrième partie, en donnant, dans leur ordre de succession, la suite des terrains et des étages, que la *superposition rigoureuse* et les points de séparation qui résultent des *limites des faunes*, nous ont forcé d'admettre dans l'étude chronologique de l'animalisation du globe.

La répartition géologique des êtres, suivant leurs classes, permettra de reconnaître le rôle que les espèces ont successivement joué à la surface de la terre, pendant ces longues périodes de repos, et ce que nous con-

naissons aujourd'hui de ces restes organisés, que les grandes perturbations terrestres n'ont pas empêchés d'arriver jusqu'à nous, comme les *médailles positives* de l'histoire des révolutions de notre planète.

TABLEAU.

DES TERRAINS ET DES ÉTAGES, DONNÉS PAR LA SUPERPOSITION GÉOLOGIQUE ET PAR LES LIMITES DES FAUNES FOSSILES QU'ILS RENFERMENT.

Terrains.	Étages.	
CONTEMPORAINS.	28(0) Contemporain, ou époque actuelle.	
TERTIAIRES	27. Subapennin.	
	26. Falunien.	
	25. Parisien.	
	24. Suessonien.	
CRÉTACÉS.	23. Danien.	
	22. Sénonien.	
	21. Turonien.	
	20. Cénomanien.	
	19. Albien.	
	18. Aptien.	
	17. Néocomien.	
JURASSIQUES.	16. Portlandien.	
	15. Kimméridgien.	
	14. Corallien.	
	13. Oxfordien,	
	12. Callovien.	
	11. Bathonien.	
	10. Bajocien.	
	9. Toarcien.	
	8. Liasien.	
TRIASIQUES.	7. Sinémurien.	
	6. Salifèrien.	
	5. Conchylien.	
PALÉOZOIQUES.	4. Permien.	
	3. Carbonifèrien.	
	2. Dévonien.	
	1. Silurien.	**B**. Silurien supérieur ou *Murchisonien*.
		A. *Silurien* inférieur ou proprement dit.

(1) Les numéros que nous avons donnés aux étages se reproduiront dans toutes les coupes, dans toutes les descriptions, et serviront, dans tous les cas, à les faire reconnaître. A la quatrième partie, nous donnerons la synonymie complète des terrains et des étages

TROISIÈME PARTIE.

ÉLÉMENTS ZOOLOGIQUES.

CHAPITRE VI.

ANIMAUX VERTÉBRÉS.

Tous les zoologistes s'accordent, depuis Cuvier, à diviser les animaux en quatre embranchements : les *Animaux Vertébrés*, *Annelés*, *Mollusques* et *Rayonnés*. Nous traiterons successivement ces quatre grandes divisions, en marchant du composé au simple.

PREMIER EMBRANCHEMENT : ANIMAUX VERTÉBRÉS.

§ 195. En nous servant seulement des caractères que la fossilisation ne fait pas disparaître (1), nous trouvons que les animaux vertébrés se distinguent nettement des autres embranchements, par la présence d'un *squelette intérieur* symétrique, eu égard à une ligne médiane droite. Destiné à protéger les divers organes essentiels à la vie et à servir de point d'appui aux organes spéciaux du mouvement, ce squelette ou charpente osseuse se divise en trois parties distinctes : la tête, le tronc et les membres (*fig.* 86).

La *tête* est composée, en avant, d'une *face* formée de deux *mâchoires*, dont l'une inférieure mobile ; de *cavités orbitaires* propres à contenir les yeux ; et en arrière, du *crâne*, espèce de boîte osseuse contenant le cerveau.

Le *tronc* est soutenu par l'épine dorsale, composée de vertèbres mobiles les unes sur les autres, pourvues d'une partie creusée pour contenir la moelle épinière, dont la première porte la tête, et dont les dernières se prolongent souvent en une queue au delà du tronc. Aux côtés de

(1) Voyez *Introduction*, p. 9.

quelques vertèbres, s'attachent, par une de leurs extrémités, des *côtes* qui s'arrondissent en demi-cercle pour envelopper les viscères, et vont

Squelette intérieur d'un animal vertébré.

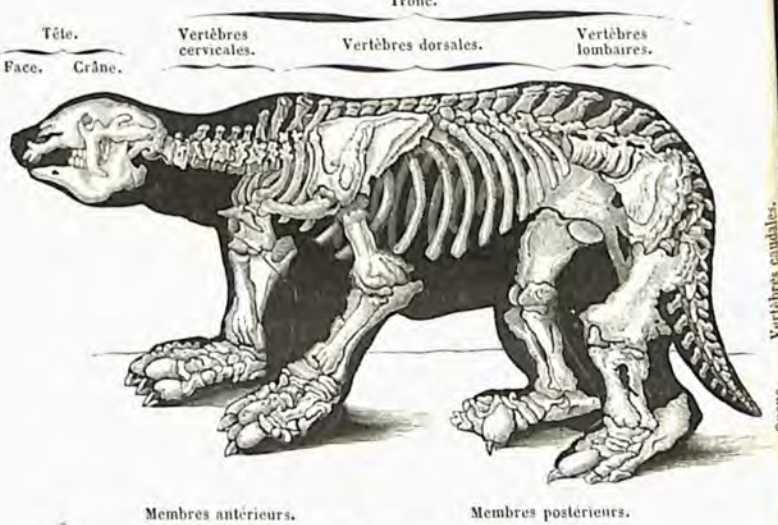


Fig. 86. Megatherium Cuvieri.

souvent se réunir au sternum, placé à la partie médiane opposée aux vertèbres.

Les *membres*, lorsqu'ils existent, ne forment jamais plus de deux paires; mais l'une ou l'autre manque, et quelquefois toutes les deux.

Les animaux vertébrés peuvent se subdiviser en deux grandes sections : les *Vertébrés à mamelles*, aussi nommés *Vivipares*, et les *Vertébrés ovipares*. La première section comprend les *Mammifères* seulement. La seconde renferme les *Oiseaux*, les *Reptiles* et les *Poissons*.

ORDRE DES MAMMIFÈRES.

§ 196. Cette division, qui comprend l'homme, le plus parfait des êtres, et qui renferme tous les autres mammifères, plus ou moins rapprochés de nous par leurs formes et par leurs caractères, se trouve surtout caractérisée, dans le squelette, par la mâchoire inférieure articulée directement avec le crâne, au moyen d'un condyle saillant de l'os temporal.

Le crâne se compose de trois ceintures d'os : la première, d'un ou de deux *frontaux*, et de l'*ethmoïde*; la seconde, de *pariétaux* et du *sphénoïde*;

la troisième, de l'*occipital*. La face est formée de deux *maxillaires* ou *mâchoires ;* de deux *intermaxillaires*, de deux *palatins*, de deux os propres du nez, etc., etc. (1). Le col est généralement formé de sept vertèbres; les côtes antérieures sont attachées en avant, à un sternum formé de pièces en file. Les extrémités ou les membres antérieurs commencent par une *omoplate* suspendue dans les chairs, souvent unie au sternum par une *clavicule*. De l'omoplate part un bras ou l'*humerus*, un avant-bras composé de deux os, le *cubitus* et le *radius ;* une main, formée de deux rangées d'osselets, du *carpe* et du *métacarpe*, et de doigts, munis chacun de deux ou de trois *phalanges*. Les extrémités postérieures sont, excepté chez les Cétacés, fixées à l'épine dorsale par une ceinture, ou bassin formé de chaque côté de trois os : l'*iléon*, le *pubis* et l'*ischion*. Au point de réunion de ces trois os, s'articule la cuisse, formée du *fémur*, la jambe soutenue par le *tibia* et le *péroné*, et un pied composé d'un *tarse*, d'un *métatarse* et de phalanges.

Les **Mammifères** offrant, comme charpente solide, comme point d'appui des organes du mouvement, un squelette composé d'os et de dents, on conçoit que ces parties se présentent dans les conditions les plus favorables à leur conservation. Les os se trouvent, en effet, complets dans les couches sédimentaires du globe et dans les cavernes. On rencontre quelquefois toutes les parties d'un squelette rapprochées les unes des autres dans la même couche; ce qui arrive dans les argiles limoneuses des Pampas, de Buenos-Ayres et de la Bande orientale ; dans les gypses de Montmartre, etc. D'autres fois, et c'est le cas le plus fréquent, on voit seulement des os isolés dans les couches, ou des os amoncelés et pêle-mêle dans les cavernes.

De toutes les parties du squelette des mammifères, les dents sont, sans contredit, celles qui résistent le mieux aux agents destructeurs ; aussi se trouvent-elles dans un état parfait de conservation, lors même que les os sont presque décomposés, ou roulés, comme dans les faluns de la Touraine.

Un fait exceptionnel très-remarquable est le fameux squelette de rhinocéros rencontré en Sibérie, et qui paraissait complétement conservé au milieu des glaces. Il était, en effet, couvert de sa peau ; et l'on voyait, sur quelques points, des parties considérables de muscles, de tendons, encore attachés aux os.

On trouve quelquefois les parties cornées des mammifères encore intactes, telles que les ongles de *Megalonyx* rencontrés dans les cavernes du Brésil.

Quelques auteurs ont cru reconnaître des empreintes physiologiques

(1) L'exiguïté de la place que nous pouvons consacrer ici aux caractères ostéologiques, nous oblige à ne signaler que les principaux traits caractéristiques des grandes coupes.

de pas de mammifères et surtout des pas d'hommes ; mais il paraît certain que ces soi-disant traces humaines étaient le produit de l'art. Pour les autres traces au sein des couches anciennes, qui ne renferment aucun reste d'os appartenant aux mammifères, on doit supposer qu'elles étaient les traces de certains reptiles dépendant d'une classe moins élevée.

Il paraît qu'on a rencontré dans les cavernes à ossements de Lunel-Vieil, province de Liége (Belgique), des coprolites, ou *fæces* fossiles, qu'on a cru devoir rapporter aux mammifères.

On divise généralement les mammifères en deux grandes divisions, les *Monodelphiens*, et les *Didelphiens*.

Les premiers, les plus parfaits, sont principalement caractérisés par leur mode de développement : ils naissent déjà pourvus de tous leurs organes ; mais les caractères ostéologiques qui les distinguent nettement consistent en l'absence des os *marsupiaux*, destinés, chez les didelphiens, à soutenir les parois de la cavité viscérale en avant du bassin.

Mammifères monodelphiens.

En prenant pour base l'organe du toucher ou de la locomotion, on a divisé les mammifères monodelphiens en ordres, qui ont des représentants à l'état fossile.

§ 197. 1er Ordre. Bimanes. Les *Bimanes* ne renferment qu'un seul genre, le genre *Homo*, et ce genre ne contient qu'une seule espèce, l'*homme* (1), qui, indépendamment de ses facultés intellectuelles si développées, se distingue des autres mammifères, par la station normale verticale, et par ses membres ayant des fonctions distinctes. En effet, tandis que les autres mammifères marchent le corps dans une position horizontale, et emploient leurs membres à la marche, l'homme reste sur une ligne verticale. Il résulte, de cette disposition, deux caractères faciles à distinguer, même dans le squelette. Le premier se montre dans la position toute latérale de la face par rapport à la ligne que forment les vertèbres, et au trou occipital du crâne, au lieu d'être sur une même ligne ; le second consiste dans les extrémités. En effet, les inférieures sont seules destinées à soutenir et à mouvoir le corps ; elles forment des pieds des mieux conformés, tandis qu'inutiles pour la locomotion, les membres supérieurs deviennent des instruments spéciaux de préhension et de tact, et se terminent par la main la plus complète. Cette main est formée de doigts longs, flexibles, et le pouce est disposé de manière à pouvoir s'opposer aux autres doigts et à former un puis-

(1) Voyez nos recherches sur l'*Homme américain*, considéré sous ses rapports physiologiques et moraux.

sant moyen de préhension (1). Les bimanes ont trois sortes de dents à chaque mâchoire : quatre incisives, deux canines et dix molaires, en tout trente-deux dents.

L'homme existe-t-il à l'état fossile? telle est la question que beaucoup d'écrivains ont souvent adressée aux zoologistes et aux géologues. En consultant les faits bien constatés, il n'y a, pour nous, aucun doute pour l'affirmative, surtout dans l'acception que nous donnons au mot fossile (§ 5). En effet, bien qu'ils ne soient qu'exceptionnels, on a rencontré des ossements humains, ou des objets fabriqués par l'homme, sur l'ancien et le nouveau continent, dans les conditions des autres fossiles.

En Europe on les a observés dans les cavernes, les brèches osseuses et le terrain meuble diluvien. Les premiers en ont offert à Kœstriz, en Saxe, à Kuhloch et à Zalmloch, en Franconie, à Mendipp, à Burrington, etc., en Angleterre, à Gibraltar, en Dalmatie, à Mialet, à Bize, à Pondres et à Sauvignargues, en France, dans la province de Liége, en Belgique, etc. Les alluvions plus ou moins anciennes en renferment quelquefois dans le *Lehm* des bords du Rhin, dans les alluvions de Krems (Basse-Autriche) et de Canstadt (Wurtemberg), etc. Ces débris humains ont été également découverts en Amérique. On a parfois trouvé dans les cavernes de Withe (Kentucky), dans celles de la province de Minas-Geraës, au Brésil, que les recherches de M. Lund ont rendues célèbres. On a signalé des ossements humains non loin de la mer, au lieu dit *le Moule*, à la Guadeloupe (Antilles), dans une roche solide, mais renfermant seulement des coquilles identiques aux coquilles qui vivent encore sur la même côte. Enfin, nous avons observé, dans les plaines du centre de l'Amérique méridionale (2), sur les rives du Rio-Securi, affluent supérieur de l'Amazone, sous six mètres d'alternats de sable fin mélangé d'argile, des morceaux de poterie et beaucoup de rouleaux de terre cuite fabriqués par l'homme.

Maintenant que nous avons admis l'homme à l'état fossile, il reste à chercher à quelle époque appartiennent les restes observés. Les derniers étages géologiques falunien et subapennin, qui ont précédé l'époque actuelle, ont-ils montré, sur quelques points du globe, des traces humaines dans les couches marines ou terrestres qui y correspondent? Nous croyons pouvoir répondre par la négative; car aucun fait bien constaté ne viendrait appuyer cette assertion. Les restes humains sont donc spéciaux aux cavernes, aux brèches osseuses ou aux alluvions.

Nous avons vu (§ 165) que, tant qu'elles ont donné accès aux eaux,

(1) Voyez, pour les caractères ostéologiques de l'homme, la figure 77, donnée par M. Milne-Edwards, dans son *Cours élémentaire de Zoologie*.

(2) Voyez *Géologie de l'Amérique méridionale*, p. 205.

les cavernes ont pu recevoir de nouveaux sédiments avec des restes d'animaux terrestres, et qu'elles renferment, dès lors, des faunes d'âges différents. Nous avons fait remarquer (§ 140), qu'aujourd'hui même, les grandes cavités souterraines reçoivent encore des sédiments et les ossements que peuvent entraîner les eaux pluviales. Il est donc d'autant plus certain que les restes humains y ont été portés depuis l'époque actuelle, qu'ils se trouvent toujours mélangés avec d'autres ossements de mammifères appartenant à la faune contemporaine. Les brèches osseuses n'étant, le plus souvent, qu'un amas formé dans les cavernes et dénudé ensuite, rentrent dans les mêmes circonstances. Pour les restes humains rencontrés dans le Lehm des bords du Rhin, ou dans les alluvions, leur âge géologique est plus facile à constater, par la présence des coquilles terrestres et fluviatiles qui les accompagnent. En effet, toutes ces coquilles sont identiques aux espèces qui vivent aujourd'hui sur les berges ou sur les coteaux voisins. Nous avons dit, de plus, que les ossements humains des roches solides de la Guadeloupe sont également mélangés avec les coquilles marines des mers actuelles des Antilles. Il resterait, dès lors, démontré que les restes humains fossiles, lorsqu'ils ont été bien observés, se sont rencontrés partout avec d'autres êtres dépendant de l'époque actuelle, et qu'ils sont fossiles dans les dépôts contemporains, comme le sont les huîtres de Saint-Michel-en-l'Herm (Vendée) (§ 5), les dépôts littoraux de beaucoup de points de la Méditerranée, de l'Amérique méridionale (1), des Antilles (2), etc., etc. Ce *fait positif* aurait d'autant plus de valeur, qu'il serait corroboré par le *fait négatif* du manque complet d'ossements humains dans les couches stratifiées terrestres ou marines des deux derniers étages qui nous ont précédés à la surface de notre planète.

§ 198. 2e Ordre. QUADRUMANES. Cette division des mammifères est surtout caractérisée par ses membres antérieurs et postérieurs qui terminent des mains, c'est-à-dire des organes destinés à grimper et à saisir; aussi le pouce est-il opposable aux autres doigts, aux deux extrémités. Leur appareil dentaire se compose, comme chez l'homme, d'incisives, de canines et de molaires. On rencontre à l'état fossile, des quadrumanes appartenant à trois divisions : des singes dits de l'*ancien continent*, des singes dits du *nouveau continent* et des *Jacchus*.

§ 199. **Singes de l'ancien continent** (*Catarrhinæ*). Ils ont à chaque mâchoire quatre dents incisives verticales, deux canines et huit molaires. L'espèce la plus ancienne dans les couches terrestres a été trouvée en Angleterre, dans l'étage parisien, à Kyson, dans le Suffolk ; c'est une dent bien conservée qu'on peut rapporter avec certitude au genre *Macacus ;*

(1) Voyez *Géologie de l'Amérique méridionale*, p. 53.

(2) M. de la Sagra nous a donné une nombreuse collection de ces coquilles fossiles identiques.

Owen lui a donné le nom de *Macacus eocenus*. La plupart des macaques actuels habitent les Indes ; mais il en existe aussi en Afrique. M. de Blainville a décrit, sous le nom de *Pithecus antiquus*, une mâchoire entière de singe, rencontrée dans le célèbre gisement de Sansan (Gers), que nous rapportons avec certitude à notre étage falunien (*fig.* 87). MM. Falconer et Cautley ont découvert une espèce du genre *Semnopithecus*, dans le même étage à Sutly (Indes anglaises).

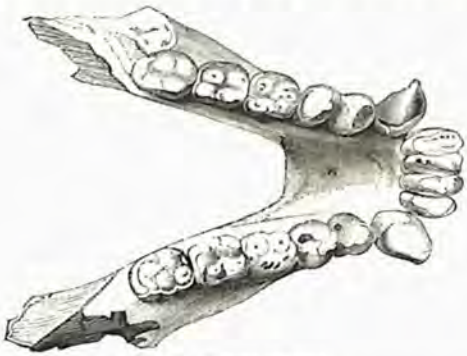


Fig. 87. Pithecus antiquus.

§ 200. **Singes du nouveau continent,** famille des *Platyrrhinæ*. Ils diffèrent des premiers par douze molaires à chaque mâchoire, au lieu de huit. M. Lund en a découvert dans les cavernes de la province de Minas-Geraës au Brésil. Les espèces qu'il indique sont les *Cebus macrognathus*, *Callithrix primævus* et *Protopithecus brasiliensis* (genre nouveau) ; il indique aussi le *Jacchus grandis*. Ces espèces paraissent appartenir à l'étage falunien. Il est curieux de trouver, aux dernières époques géologiques tertiaires, les singes déjà répartis, comme ils le sont aujourd'hui, suivant leurs caractères.

§ 201. 3e ordre. Carnassiers. Dans cette série des mammifères, et dans toutes celles qui suivent, la station normale est horizontale ; il en résulte que la colonne vertébrale suit cette direction. La tête porte la face à l'extrémité de cette ligne, au lieu d'être latérale comme chez l'homme. Chez les carnassiers, les quatre extrémités sont spéciales à la marche. Le squelette s'éloigne de plus en plus de celui des bimanes et quadrumanes ; le crâne est rétréci ; l'angle facial très-aigu (30 à 40 degrés) ; orbites non séparées des fosses temporales ; arcades zygomatiques écartées et très-relevées ; trois sortes de dents : incisives, canines et molaires ; mâchoires en général très-courtes, puissantes ; articulation condyloïdienne dirigée en travers ; apophyses des vertèbres longues et fortes, les transverses de l'atlas énormes ; côtes arrondies ; omoplates très-fortes et ne s'appuyant que rarement sur la clavicule ; doigts séparés ; phalanges onguéales fortes et solidement unies. Les caractères de la dentition distinguent spécialement cette tribu. Les molaires sont en général tran-

chantes, au lieu de porter, comme celles des insectivores, des pointes coniques. Nous disons *en général* tranchantes; car, chez certains carnivorès, quelques-unes de ces dents sont tuberculeuses, et même elles le sont toutes chez l'ours, qui peut se nourrir de végétaux seulement. Pour cette raison, on a distingué les molaires des carnivores en fausses molaires, carnassières et tuberculeuses. Les *fausses molaires* suivent la canine ; elles sont petites, tranchantes, ou pointues. La *carnassière* plus grosse que les autres et ordinairement pourvue d'un talon tuberculeux, est placée après les fausses molaires. Enfin les *tuberculeuses* sont presque entièrement plates, petites et placées derrière la carnassière. Les incisives, régulièrement au nombre de six, sont toujours petites, comparativement aux précédentes et aux canines qui sont grandes et à crochets, au nombre de quatre, deux pour chaque mâchoire.

§ 202. Parmi les carnassiers que Cuvier sépare sous le nom de **Plantigrades**, on rencontre, à l'état fossile, les genres suivants :

Le genre *Ursus* renferme plusieurs espèces dont aucune n'a son analogue vivant. On cite l'*U. cultridens*, dans l'étage falunien de Sansan, et à Georgen-Gmünd, en Bavière Dans l'étage subapennin, les couches meubles supérieures du val d'Arno ont fourni l'*Ursus cultridens*. Des dépôts du même âge ont offert, aux environs de Montpellier et au Puy-de-Dôme, l'*Ursus arvernensis* et *cultridens*. Les cavernes et le diluvien, peut-être du même âge, de la France, de l'Allemagne, de l'Angleterre, de la Belgique, et quelques brèches osseuses en ont offert des débris. Ces débris se rapportent généralement à l'*Ursus spelæus* de Blumenbach, que Cuvier appelait l'*ours des cavernes, ours à front bombé* (*fig.* 88). Cette espèce est

Fig. 88. Ursus spelæus.

effectivement caractérisée en ce que chaque os frontal forme une protubérance arrondie, de telle sorte que, relevée sur la partie postérieure du

front, la ligne du profil tombe, par une pente très-inclinée, sur la base du nez. L'ours des cavernes avait une taille au moins d'un quart en sus des plus grands ours bruns actuels. On rencontre encore, mais plus rarement, dans les cavernes du midi de la France, l'*U. Arctoideus*, *Pittorii*, et *Metopoleianus*. L'*Ursus giganteus* et *Leodiensis* existent dans les cavernes de Liége avec quelques ossements de l'*U. priscus*, qu'on a trouvé plus spécialement dans la caverne de Gailenreuth. M. Milne Edwards a cité un fragment de crâne d'ours, dans une brèche osseuse d'Oran, en Algérie. Enfin M. Lund a trouvé les débris de son *Ursus brasiliensis* dans les cavernes du Brésil.

§ 203. Les genres perdus suivants sont connus à l'état fossile :

Le G. *Agnotherium* Kaup., a été trouvé dans les cavernes d'Eppelsheim.

Le G. *Amphicyon*, Lartet, dans l'étage falunien de Sansans.

Le G. *Tænotherium*, Blainville, dans les gypses de l'étage parisien.

Le G. *Amphyaretos*, Blainv., dans les collines subhimalayennes de l'étage probablement falunien.

Les genres encore existants ont montré le G. *Meles* (*Meles antediluvianus*, Schm.) dans les cavernes de Belgique, de France, d'Angleterre et d'Allemagne.

§ 204. Parmi les carnassiers que Cuvier sépare sous le nom de **Digitigrades**, les uns ont, en arrière de la carnassière d'en haut et d'en bas, une seule dent tuberculeuse ; leurs pattes sont brèves et leur corps long et effilé : on les a nommés, pour cette raison, *Vermiformes*. Tels sont les Putois, les Martres, les Loutres, les Mouffettes. Les autres ont deux dents tuberculeuses plates derrière la carnassière supérieure, qui elle-même a

Fig. 89. Hyæna spelæa.

un talon assez large : tels sont les Chiens et les Civettes ; enfin, les autres

n'ont point de dents derrière la carnassière d'en bas : tels sont les Chats et les Hyènes.

Parmi les genres encore existants de cette série, le G. *Hyæna* est le plus intéressant. Les diverses espèces d'hyènes vivantes habitent actuellement les parties chaudes de l'ancien continent (Perse, Arabie, Abyssinie, Cap); or, le même genre se trouve abondamment répandu en espèces et en individus, à l'état fossile, sur tous les points de l'Europe. On connait plusieurs espèces fossiles d'hyènes, qui toutes sont perdues pour la nature actuelle. L'une des plus remarquables est l'*Hyæna spelæa*, Goldf., dont les restes se rencontrent dans la plupart des cavernes osseuses du continent (Voy. *fig.* 89).

Les quatre genres qui ont laissé des débris encore assez nombreux dans les couches terrestres, sont : Le genre *Lutra*, dont on compte quatre à cinq espèces dans l'étage falunien ;

Le G. *Canis* (chien, renard, loup), qui ont montré plus de vingt espèces, depuis l'étage parisien ;

Le G. *Felis* (chats, tigres, lions, lynx), dont on connait vingt espèces dans les étages supérieurs ;

Le G. *Viverra* se montre depuis l'étage parisien ;

Le G. *Mustela*, depuis l'étage falunien. Ces espèces se trouvent à Eppelsheim, à Altstadt, près de Mœsskirch (Allemagne), au Puy-de-Dôme, en Auvergne; à Saint-Gérans (Allier) ; dans l'Himalaya.

§ 205. Les genres qui n'ont pas de représentants actuels sont les suivants : Le G. *Pterodon*, Blainville, de l'étage falunien ;

Le G. *Machairodus*, Kaup., de l'étage falunien d'Altstadt, près de Mœsskirch ;

Le G. *Amyxodon*, Cault. et Falc., de l'étage falunien de l'Himalaya.

Le G. *Hyænodon* de Layser, d'Auvergne.

Enfin les genres *Speothos*, *Smilodon*, et *Icticyon*, Lund, des cavernes du Brésil, probablement de l'étage subapennin, comme les ossements des Pampas.

§ 206. 4e Ordre. Amphibies. Les extrémités ne sont plus disposées spécialement pour la marche, mais, au contraire, pour la natation ; aussi les os des membres sont-ils courts et munis d'articulations anguleuses, en rapport avec le peu de mouvements qu'ils exécutent: ils ont le bassin étroit, les apophyses des vertèbres grêles et écartées, la dentition des vrais carnassiers, etc. On les divise en deux tribus : les phoques et les morses. Les phoques (*Phoca*) ont quatre ou six incisives en haut, quatre en bas; leurs canines sont pointues et leurs mâchelières, au nombre de vingt, vingt-deux ou vingt-quatre, sont toutes tranchantes ou coniques, sans aucune partie tuberculeuse, et ne peuvent être distinguées en fausses et

vraies molaires, comme celles des carnassiers. Les morses (*Trichechus*) ont à la mâchoire supérieure deux énormes canines, qui se dirigent en bas et atteignent souvent jusqu'à deux pieds de long. Entre ces défenses sont placées deux incisives semblables aux molaires, qui, au nombre de quatre de chaque côté, en haut et en bas, ont toutes la forme de cylindres courts et tronqués. La mâchoire inférieure manque d'incisives et de canines On connaît quelques débris de ces genres, dans les étages faluniens, de la Touraine, d'Angers, de Dax, en France; du Suffolk, en Angleterre; dans les couches de l'étage subapennin de Baltrigen (Souabe); dans la Virginie, etc.

§ 207. 5e Ordre. CHEIROPTÈRES. Ici les caractères changent encore. Les membres antérieurs disposés pour le vol, sont transformés en ailes par des replis de la peau, qui enveloppent les doigts et s'attachent au corps. Il va sans dire que les caractères ostéologiques sont aussi très-modifiés. Les doigts de la main acquièrent une longueur extrême, excepté le pouce, qui reste court et grêle; l'os métacarpien de ces doigts ressemble à une première phalange. Les doigts des extrémités postérieures n'offrent qu'un développement ordinaire; les jambes sont petites et dirigées en arrière, ce qui donne au bassin une forme spéciale. Le

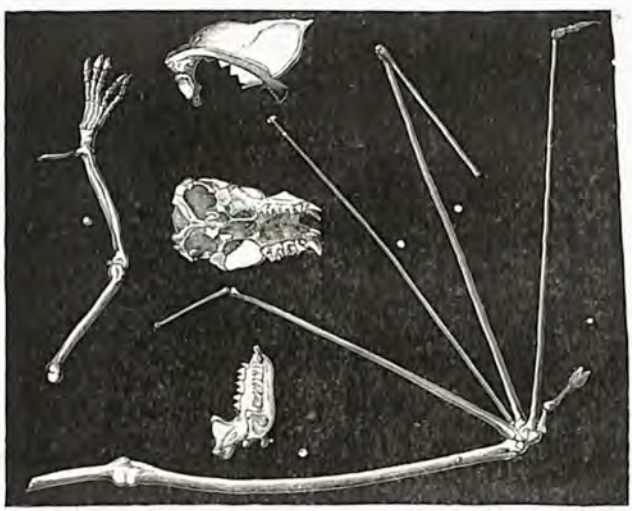


Fig. 90. Vespertilio parisiensis.

sternum porte, dans son milieu, une arête saillante analogue au bréchet des oiseaux. Les clavicules sont très-fortes, les omoplates larges. La

tête présente des caractères intermédiaires entre celle des quadrumanes et celle des carnassiers proprement dits. Les molaires sont généralement hérissées de pointes coniques ; dans un seul genre, les *Roussettes*, elles s'approprient à un régime frugivore. Les canines sont fortes ; les incisives, variables en nombre, sont fréquemment au-dessous de six. Tous les genres fossiles appartiennent aux genres actuellement existants. Le G. *Vespertilio* a montré des représentants (V. *parisiensis*, Cuv.) dans les gypses de l'étage parisien (*fig.* 90), dans les étages supérieurs de Weisenau, d'OEningen ; dans les cavernes de Liége, du Kent, et au Brésil.

Le G. *Molossus* a montré des espèces dans l'étage parisien de Kyson (Suffolk), et dans les cavernes du Brésil.

Les genres *Rhinolophus*, Geoffroy, et *Phyllostoma*, Cuvier, aujourd'hui propres à l'Amérique, ont aussi montré leurs espèces fossiles dans les cavernes du Brésil.

§ 208. 6e Ordre. INSECTIVORES. Voisins des carnassiers par leurs pieds disposés pour la marche, et, jusqu'à certain degré, par les dents, ils en diffèrent néanmoins par les molaires hérissées de pointes coniques, au lieu d'être tranchantes. Le squelette est grêle, les pieds sont courts, les apophyses des os sont plus faibles que dans les carnassiers. Nous avons déjà indiqué les caractères particuliers de leurs dents molaires ; leurs incisives et leurs canines varient dans leur position et dans leurs proportions relatives : chez les uns, il y a de longues incisives en avant, suivies d'autres incisives et canines, moins hautes même que les molaires ; chez d'autres, il y a de grandes canines écartées, et entre celles-ci, de petites incisives, etc. Les genres éteints sont au nombre de quatre :

Le G. *Palæcospalax*, Owen, des cavernes d'Angleterre.

Le G. *Oxygomphius*, Meyer, de l'étage falunien d'Allemagne.

Le G. *Dimylus*, Meyer, de l'étage falunien.

Le G. *Spalacodon*, Charl., de l'étage subapennin d'Angleterre.

Les genres encore existants sont : les *Erinaceus*, Linné, dont l'E. *arvernensis*, Croizet, dépassait des deux tiers la taille de notre hérisson, et se trouve dans l'étage falunien d'Auvergne, et une autre à Sansan.

Le G. *Centenes*, Illiger, a offert une espèce en Auvergne, dans l'étage peut-être subapennin.

§ 209. 7e Ordre. RONGEURS. Les rongeurs manquent de canines, et se distinguent, en outre, par un grand espace vide de chaque côté de la bouche, entre les incisives et les molaires. Les incisives sont fortes, longues, arquées, profondément enfoncées dans les alvéoles, mais sans racines, taillées en biseau à leur extrémité, et fournies d'un émail plus épais antérieurement que postérieurement ; elles sont ordinairement au nombre de deux à chaque mâchoire. Les molaires sont à couronne large et plate, pourvues de racines chez les omnivores, dépourvues de raci-

nes chez les herbivores, offrant des replis plus ou moins profonds et nombreux de l'émail dans la substance de l'ivoire (*fig.* 91). La mâchoire inférieure est articulée au crâne par un condyle longitudinal qui ne permet de mouvements que d'avant en arrière. Le corps est généralement petit ; souvent il existe une grande disproportion entre les membres thoraciques et les membres abdominaux, ceux-ci étant ordinairement plus longs ; les os de l'avant-bras sont souvent complétement unis, etc., etc. On rencontre un grand nombre de genres éteints, et d'autres qui ont encore des représentants dans la nature actuelle. Les premiers sont : Le G. *Megamy*, d'Orb., de l'étage falunien de la Patagonie (Amérique méridionale).

Le G. *Archæomys*, de Layse et de Parieu. L'A. *arvernensis* s'est montré dans l'étage peut-être falunien de l'Auvergne ;

Le G. *Lonchophorus*, Lund, des cavernes du Brésil ;

Le G. *Trogontherium* (*fig.* 91), Fischer, qui représente une portion de mâchoire inférieure du *Trogontherium Cuvieri*, Owen (*Castor gigantesque* de Cuvier), trouvée à Bacton, côte de Norfolk, dans l'étage parisien ;

Fig. 91. Trogontherium Cuvieri.

Le G *Steneofiber*, Geoffroy, de l'étage falunien de France ;

Le G. *Palæomys*, Kaup., de l'étage falunien d'Eppelsheim ;

Le G. *Chalichomys*, Kaup., une espèce du même lieu ;

Le G. *Chelodus*, Kaup., une espèce du même lieu ;

Le G. *Theridomys*, Jourdan, de l'étage subapennin de France, et quelques autres mal déterminés.

Les genres encore existants sont les suivants :

G. *Sciurus*, Linné, dont une espèce est de l'étage parisien ;

G. *Arctomys*, Gmelin, de l'étage falunien des environs de Mayenne, à Eppelsheim, Weisenau.

G. *Myoxus*, Gmelin, de l'étage parisien de Montmartre.

G. *Mus*, Linné, des étages falunien et subapennin, dans les cavernes et dans les brèches osseuses des deux continents ; on en connaît plus de vingt espèces.

G. *Cricetus*, Cuvier, de l'étage falunien et des cavernes d'Europe.

G. *Dipus*, Gmelin, dans les cavernes d'Allemagne.

G. *Arvicola*, Lacépède, de l'étage falunien et subapennin, de l'Himalaya, du Puy-de-Dôme et à Œningen.

G. *Dasyprocta*, Illiger, dans les cavernes du Brésil, mais aussi dans

les sables supérieurs et les cavernes de Liége, et du Puy-de-Dôme, en Auvergne. Ce fait est d'autant plus curieux, que les *Dasy-procta* sont aujourd'hui spéciaux à l'Amérique méridionale.

G. *Aulacodon*, Swind, des cavernes du Brésil.

G. *Echimys*, Geoffroy, des étages subapennins d'Auvergne; c'est un fait curieux, car les *Echimys* sont de l'Inde et de l'Amérique.

G. *Ctenomys*, Blainville, deux espèces sont de l'étage subapennin des Pampas de Buenos-Ayres et des cavernes du Brésil.

G. *Castor*, Linné, de l'étage falunien et subapennin, de Russie, d'Allemagne et de France.

G. *Myopotamus*, Commerson, des cavernes du Brésil.

G. *Spermophylus*, Cuvier. On connaît deux espèces de l'étage falunien de Mayence. Du reste, beaucoup des espèces du genre *Mus*, surtout, ont besoin d'être revues avec beaucoup de soin, pour savoir si elles diffèrent des espèces vivantes. Or, ne se pourrait-il pas que le plus grand nombre d'entre elles eussent appartenu à des individus plus ou moins récents, qui auraient habité les cavernes postérieurement à leur remplissage par les ossements des autres mammifères qu'on y rencontre? Leur habitude de vivre dans les trous et de se fabriquer des habitations souterraines porterait à le croire.

A l'exception des genres *Dasyprocta* et *Echimys*, rencontrés fossiles en Europe, tandis qu'ils n'habitent plus aujourd'hui que l'Amérique méridionale, tous les autres genres se rencontrent aujourd'hui fossiles sur les mêmes lieux qu'ils habitent encore; mais ces deux exceptions, jointes à quelques autres, chez les *Cheiroptères* et chez les Pachydermes, suffisent pour démontrer qu'il en est des mammifères comme des autres séries animales, qui ne subissent nullement, dans les temps passés, la répartition géographique actuelle.

§ 210. 8e Ordre. ÉDENTÉS. Les mammifères qui composent cet ordre, ont pour caractère principal l'absence de dents sur le devant de la bouche; les doigts sont garnis d'ongles très-forts, arqués et solides, qui se rapprochent, plus ou moins, de la nature de la corne, et enveloppent le doigt, un peu comme dans les ordres qui vont suivre. On les divise en familles, dont deux ont des représentants à l'état fossile.

§ 211. 1re Famille. *Lipodonta*, qui se rapprochent le plus des fourmiliers, toujours dépourvus de mâchelières et, dès lors, de toute dent. On compte, dans cette famille, trois genres perdus et un seul genre existant encore. Genres perdus: G. *Glossotherium*, Owen, des Pampas de Buenos-Ayres et des cavernes du Brésil.

G. *Macrotherium*, Lartet. L'un des deux seuls édentés fossiles que l'on ait trouvés jusqu'aujourd'hui en Europe, a été créé d'après quelques ossements et quelques débris de dents molaires découverts dans

l'étage falunien du dépôt de Sansan. Le *Macrotherium* avait les phalanges unguéales des Pangolins et des dents semblables à celles des Paresseux. Certains auteurs ont pensé qu'une espèce de Pangolin, qu'on cite également à Eppelsheim, et qu'on a caractérisée par une seule phalange unguéale, découverte dans le dépôt de cette localité, appartiendrait au *Macrotherium*.

Deux genres existants ont des représentants actuels, le *Myrmecophaga*, dont M. Lund a découvert deux espèces dans les cavernes du Brésil.

Le G. *Orycteropus*, Desmarets, dont on connaît des espèces dans l'étage subapennin des Pampas.

§ 212. 2e famille des Dasypidæ. Cette famille renferme le *Dasypus*, caractérisé par le manque de dents canines. Leurs dents molaires sont cylindriques, mais leur caractère particulier et le plus remarquable est le test écailleux et dur, composé de compartiments semblables à de petits pavés, recouvrant leur tête, leur corps et souvent leur queue. Cette substance forme un bouclier sur le front, un second très-grand et très-convexe sur les épaules, un troisième semblable au précédent, sur la croupe, et entre ces deux derniers, plusieurs bandes parallèles mobiles, qui donnent au corps la faculté de se ployer. La queue est tantôt garnie d'anneaux successifs, tantôt seulement comme les jambes, de divers tubercules.

Parmi les genres perdus qui se groupent autour des *Dasypus*, on peut citer le G. *Glyptodon*, Owen. On n'en connaît encore qu'une seule espèce, c'est le G. *clavipes*, Owen (décrit en 1838 sous le nom de *Dasypus giganteus*, par MM. Vilardebo et Isabelle), dont la taille égalait le tiers environ de celle du megatherium. Ses formes le rapprochent essentiellement des tatous. Ses dents, au nombre de seize à

Fig. 92. Glyptodon clavipes.

chaque mâchoire, sont creusées latéralement de deux larges et pro-

fonds sillons qui en divisent la surface molaire en trois portions ; de là le nom de *Glyptodon*. Le pied de derrière a une forme très-remarquable : il est massif, et ses phalanges unguéales sont courtes et déprimées. L'animal était protégé à l'extérieur par une carapace solide, composée de plaques qui, vues en dessous, paraissent hexagonales et sont unies par des sutures dentées ; et qui, au contraire, forment en dessus des sortes de doubles rosettes. C'était un animal de taille gigantesque, propre à l'étage subapennin des Pampas de Buenos-Ayres (*fig.* 92).

G. *Chlamydotherium*, Lund, deux espèces des cavernes du Brésil.

G. *Hoplophorus*, Lund, trois espèces des cavernes du Brésil.

G. *Pachytherium*, Lund, des mêmes lieux.

G. *Euryodon*, Lund, des mêmes lieux.

G. *Xenurus*, Lund, encore des mêmes lieux.

Le seul genre existant aujourd'hui, qui a montré de nombreux restes fossiles, est le genre *Dasypus*, Linné, dont on connaît des espèces fossiles dans les couches de l'étage subapennin de France (*D. fossilis*), dans les cavernes du Brésil et dans l'Amérique du Nord.

§ 213. 3e famille des MEGATHERIDÆ. Cette division est exclusivement composée de genres perdus pour l'époque actuelle. G. *Megatherium*, Cuvier. Celui-ci est l'un des plus extraordinaires que l'on connaisse (*fig.* 86). Les proportions du squelette étaient énormes : elles dépassaient quatre mètres en longueur, et en avaient presque trois de hauteur ; les hanches avaient un mètre soixante-sept centimètres de large, ce qui excède de beaucoup le diamètre de la même partie du squelette, dans les plus grands éléphants. Le fémur était énorme, et du reste excédait presque en largeur la moitié de la longueur ; on ne trouve pas dans la nature vivante un autre exemple d'un élargissement pareil. La tête ressemble beaucoup à celle du paresseux : elle est petite, comparativement au reste du corps. Ses dents étaient au nombre de $\frac{5.5}{4.4}$ prismatiques, à couronne sillonnée en travers, de forme rectangulaire, avec les angles un peu émoussés. Sa queue était formée de vertèbres nombreuses. D'après l'ensemble de ces traits ostéographiques, est-il permis de préjuger avec le savant Buckland, à qui ces détails sont empruntés, quelques-unes des habitudes de cet animal si remarquable ? La nature de ses dents porte à croire qu'il ne pouvait être ni herbivore, ni carnivore. La bouche était une machine d'une prodigieuse puissance. Il est probable que, comme les *Dasypus*, le *Megatherium* se servait de sa queue énorme et puissante, pour supporter dans certaines positions le poids de son corps ; il est probable aussi qu'elle jouait un rôle formidable comme instrument de défense, ainsi que cela a lieu chez les Pangolins et chez les crocodiles ; le mouvement rotatoire du bras, qui était très-facile, favorisait son emploi comme

instrument constamment employé à fouiller le sol pour en arracher sa nourriture. Les pattes antérieures posaient sur le sol, dans toute leur étendue; cette circonstance permettait que l'un des membres antérieurs agit simultanément avec les deux postérieurs et la queue, pour supporter tout le poids du corps, tandis que l'autre, devenu libre, s'employait exclusivement à creuser la terre, pour arriver jusqu'aux racines succulentes dont l'animal se nourrissait. Enfin, le volume énorme du bassin s'explique par l'habitude probable où était le mégathérium de se tenir sur trois de ses pieds, tandis que l'autre fouillait la terre. Le *Megatherium* est propre à l'étage subapennin des Pampas de Buenos-Ayres, de la Banda orientale et des cavernes du Brésil.

G. *Megalonyx*, Jefferson. Il avait de grands rapports avec le paresseux : les membres antérieurs, en effet, étaient beaucoup plus longs que les postérieurs, et l'articulation du pied était très-oblique sur la jambe. La queue de cet animal était forte et solide; ses formes, en général, étaient toutefois moins lourdes que celles du mégathérium. Il est propre aux cavernes du Brésil, où il a montré quatre espèces.

G. *Mylodon*, Owen. De même que les deux genres précédents, celui-ci est allié de très-près aux paresseux; il a été trouvé, du reste, dans les mêmes gisements. Ses dimensions n'étaient pas, à beaucoup près, aussi considérables que celles du mégathérium; mais l'animal ne différait guère de celui-ci que par les caractères des dents : celles-ci, au nombre de dix-huit, quatre molaires de chaque côté à la mâchoire inférieure, et cinq de chaque côté à la mâchoire supérieure, comme chez le mégathérium, n'étaient plus similaires comme celles du dernier animal; mais à la mâchoire supérieure, la première était subelliptique, la seconde elliptique, et les autres triangulaires à surface interne creusée d'un sillon; à la mâchoire inférieure, la première était elliptique, la pénultième tétragone, et la dernière grande et bilobée. Toutes ces dents sont à surface usée, plane; forme indiquant naturellement, que l'animal se nourrissait de végétaux, et dans ceux-ci choisissait probablement les feuilles et les tendres bourgeons. Suivant M. Owen, le mylodon formerait un lien entre les animaux onguiculés et les animaux ongulés; et effectivement, il présente à la fois des sabots et des griffes à chaque pied (Voy. *fig.* 93). Les trois espèces connues sont propres à l'étage subapennin des Pampas de Buenos-Ayres.

G. *Scelidotherium*, Owen, une espèce propre à l'étage subapennin des Pampas.

G. *Platyonyx*, Lund. On en connaît six espèces propres à l'étage subapennin des cavernes du Brésil.

G. *Cœlodon*, Lund, de la même époque des cavernes du Brésil.

G. *Sphenodon*, Lund, de la même époque et des mêmes lieux.

Les Édentés, représentés par quelques genres seulement à l'époque actuelle, avaient leur maximum de développement de formes génériques à l'époque de l'étage subapennin, c'est-à-dire à l'époque qui nous a précédés à la surface du globe.

§ 214. 9e Ordre. PACHYDERMES. Ce sont des mammifères dont les doigts ne sont plus libres, mais bien enveloppés d'un sabot corné. Presque tous sont herbivores. On les divise en plusieurs familles.

Fig. 93. Mylodon robustus.

Famille des ELEPHASIDÆ, ou *Proboscidiens*, pourvus de cinq doigts à tous les pieds, de défenses longues sortant de la bouche, et d'une longue trompe servant à la préhension, dont le type est l'éléphant, *Elephas*, Linné. Il y a des genres perdus et d'autres encore existants. Parmi les premiers se remarquent les genres suivants : G. *Mastodon*, Cuvier. Cet animal présentait en général les formes extérieures de l'éléphant ; mais il en différait essentiellement par ses molaires : celles-ci étaient surmontées de mamelons coniques, du moins dans le jeune âge de la dent, au lieu de présenter une couronne plane, comme celle des éléphants ; de plus, la mâchoire inférieure était munie, dans le jeune âge, de deux petites défenses. A part ces différences, le système osseux du mastodonte était, à peu de chose près, celui des éléphants. Si l'on en croit les descriptions données, jusqu'à ce jour, de différents débris de mastodontes, ce genre compterait au moins quinze à vingt espèces parmi lesquelles deux ou trois beaucoup plus distinctes et plus répandues que toutes les autres, ou plus caractéristiques des terrains. Le *M. giganteus*, Cuv., de l'étage subapennin des États-Unis, en Europe, en Asie et à la Nouvelle-Hollande. Le *M. angustidens*, Cuv., de l'étage falunien, à Eppelsheim, à Georgens-Gmünd (Allemagne), à Sansan (Gers), d'Amérique et d'Asie. Le *M. longirostris*, Kaup., de l'étage falunien

d'Allemagne et de France. Les autres sont d'Amérique, d'Asie, d'Europe.

§ 215. G. *Dinotherium*, Kaup. Peut-être devons-nous décrire ici, avant la famille des Pachydermes ordinaires, le Dinotherium, genre éteint, dont on ne connaît pas encore bien la véritable affinité zoologique, mais que quelques auteurs ont cru devoir rapprocher des Proboscidiens. On n'a encore découvert qu'une tête complète (*fig.* 94) de cet animal à caractères mixtes. Cette tête colossale ne mesure pas moins de 1,105 millimètres, depuis l'extrémité de l'os de la trompe jusqu'aux condyles. Les fosses nasales sont larges et ouvertes en dessus ; on observe de grands trous sous-orbitaires qui, joints à la forme du nez, peuvent faire conjecturer l'existence d'une trompe. La mâchoire inférieure est terminée par deux énormes défenses dirigées en bas. Les molaires, au nombre de $\frac{5}{5}$, diffèrent un peu entre elles pour la forme : la première est tranchante à sa partie antérieure, la troisième a trois collines, les autres deux. Kaup. et Owen croient que le Dinotherium était un pachyderme voisin des Mastodontes et des Tapirs ; et ils se fondent principalement sur ses dents molaires qui sont, en effet, une sorte de transition entre ces deux genres. M. de Blainville pense, au contraire, que ce genre est voisin des Lamentins. Les deux espèces, le *Dinotherium giganteum* et *Kœnigii* sont de l'étage falunien; on les rencontre en France, en Allemagne, en Suisse ; mais surtout à Eppelsheim, où a été recueillie la tête complète.

Fig. 94. Dinotherium giganteum.

§ 216. Le G. *Elephas* montre des espèces perdues et des espèces encore vivantes. Ce genre est caractérisé, à la mâchoire supérieure, par deux énormes défenses : celles-ci ne sont autre chose que des incisives qui ont pris un accroissement extrême et se sont recourbées en bas et en avant. Avec les défenses, on remarque, à chaque mâchoire, de chaque côté, une ou deux molaires composées de lames de substance osseuse enveloppées d'émail et liées ensemble par de la substance corticale, comme il arrive chez beaucoup de rongeurs ; la couronne offre une surface sensiblement plane. Au lieu de se remplacer verticalement, ainsi que chez les autres mammifères, les molaires se remplacent d'arrière en avant, de façon qu'à mesure qu'une mâchelière s'use, elle est, en même temps, poussée en avant par celle qui vient après. Il en résulte que l'animal a

tantôt une, tantôt deux mâchelières de chaque côté, suivant les époques.

Fig. 95. Elephas primigenius (Mammouth).

On a cité jusqu'à présent huit ou dix espèces fossiles. La plus connue est l'*E. primigenius*, Blumenbach, ou Mammouth (Voy. *fig.* 95), caractérisé

par les lames plus rapprochées de ses molaires. On l'a rencontré fossile en Europe, dans l'Amérique septentrionale, dans l'Asie septentrionale, vers les régions polaires, principalement en Sibérie. On sait que le premier individu complet a été trouvé sur les bords de la mer Glaciale, récemment détaché de la glace où il était enveloppé avec ses chairs et sa peau, couverte de crins noirs ayant jusqu'à quarante-deux centimètres de longueur, et d'une espèce de laine rougeâtre très-abondante. Transportée par les courants vers le pôle, à la fin de la dernière période géologique, ou anéantie sur les lieux mêmes, cette espèce n'en est pas moins perdue pour l'époque actuelle. Les autres espèces paraissent être de la même époque, en France, en Italie, en Belgique, en Allemagne, et dans l'Himalaya.

§ 217. Les Pachydermes ordinaires, sans trompe préhensible, manquent encore de défense développée, et ont quatre, trois ou deux doigts aux pieds. Les genres perdus de cette division sont les suivants : G. *Chæropotamus*, Cuvier. Dents $\frac{5-7}{6-6}$ molaires intermédiaires entre celles des pécaris et des hippopotames; canines courtes et aplaties à la mâchoire inférieure. Les deux premières espèces sont de l'étage parisien à Montmartre, et de l'île de Wight, et trois autres de l'étage subapennin de France et d'Asie.

§ 218. G. *Hyracotherium*, Owen (ainsi nommé à cause de la grandeur de ses orbites). Il rappelle le *Chæropotamus* pour sa dentition, avec la différence que les molaires antérieures sont plus grandes à proportion et plus compliquées ; les canines sont celles des pécaris. Les deux espèces connues sont de l'étage parisien d'Angleterre.

§ 219. G. *Anthracotherium*, Cuvier. Il ressemble aux cochons par les molaires de la mâchoire inférieure ; il présente aussi de l'analogie avec les *Anoplotherium*, par ses molaires supérieures. Ces molaires sont au nombre de $\frac{7}{7}$; les canines ressemblent à celles des tapirs ; les incisives inférieures, au nombre de quatre, sont couchées en avant comme celles des cochons. Le nom d'Anthracotherium a été donné à ce genre très-remarquable, parce que, dans l'une des premières localités où l'on en ait trouvé des débris (Cadibona, près de Savone, Piémont), ces débris, renfermés dans les lignites, sont fortement noircis par du charbon. On en connaît cinq espèces, dont trois paraissent être de l'étage parisien, les autres de l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan.

§ 220. G. *Lophiodon*, Cuvier. Voisin des *Tapirs*, ce genre en diffère par les premières molaires supérieures qui ne présentent qu'une seule colline, par les molaires postérieures pourvues de trois collines au lieu de deux ; et parce que toutes ces dents ont des collines plus obliques. Ce genre a fourni de nombreuses espèces, et ses débris dans l'étage falunien sont, en quelque sorte, caractéristiques. On en connaît onze es-

pèces fossiles : deux paraissent être de l'étage suessonien, les autres de l'étage falunien, de France et d'Allemagne, à Eppelsheim, à Argentan, à Boutonnet.

§ 221. G. *Palæotherium*, Cuvier. Il a quarante-quatre dents, savoir $\frac{6}{6}$ incisives et $\frac{1}{1}$ canines aiguës et un peu plus longues que les incisives, et $\frac{7}{7}$ molaires dont les supérieures sont carrées et dont les inférieures sont formées de deux croissants. Leurs os nasaux, relevés comme dans les tapirs, montrent qu'ils ont eu une petite trompe flexible. Leurs pieds antérieurs et postérieurs ont trois doigts. Leurs formes extérieures rappelaient celles des tapirs. On en connaît déjà onze à douze espèces. Le maximum de développement du genre a eu lieu avec l'étage parisien de Montmartre et de Londres, où l'on en compte neuf espèces ; les autres sont de l'étage falunien de Sansan.

§ 222. G. *Anoplotherium*. Cuvier considérait ce genre comme ayant à la fois des affinités avec les rhinocéros, les chevaux, les hippopotames, les cochons, les chameaux. Ses caractères principaux sont les suivants (*fig.* 96) : quarante-quatre dents disposées en une série con-

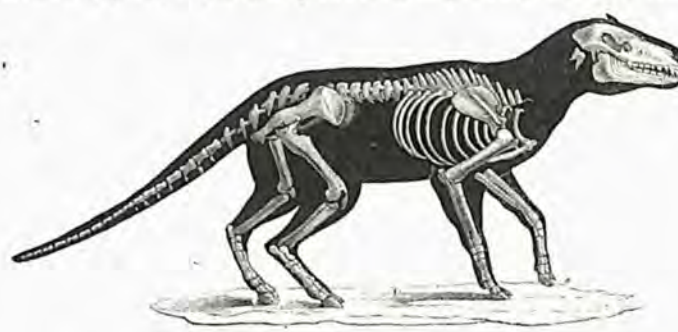


Fig. 96. Anoplotherium commune.

tinue et sans interruption, caractère que l'on ne retrouve que dans l'homme et dans les singes. On compte $\frac{6}{6}$ incisives, $\frac{1-1}{1-1}$ canines qui ne dépassent pas les incisives et qui leur ressemblent pour leur forme, et $\frac{7-7}{7-7}$ molaires, dont les antérieures sont comprimées et dont les postérieures sont carrées à la mâchoire supérieure et à deux croissants à la mâchoire inférieure. Les pieds antérieurs et postérieurs n'ont que deux doigts développés comme chez les ruminants, et, dans quelques espèces, portent de petits doigts accessoires ; mais les os du métacarpe et du métatarse ne forment point de canons, et comme dans les autres pachydermes restent toujours séparés. Des trois espèces connues, deux sont de l'étage parisien de Montmartre, de l'île de Wight en An-

gleterre, et de Egerkingen (Soleure), la troisième de l'étage subapennin d'Asie.

§ 223. Les autres genres perdus sont les suivants : Genre *Potamohippus*, Jæger, de l'étage subapennin de Souabe.

G. *Chærotherium*, Cautley et Falconer, voisin du *Sus*, de l'étage subapennin de l'Himalaya.

G. *Xiphodon*, Cuvier ; une seule espèce de l'étage parisien de France

G. *Adapis*, Cuvier ; la seule espèce de l'étage parisien de Montmartre.

G. *Hyotherium*, Meyer. Des quatre espèces connues : l'une est de l'étage parisien de Londres, une de l'étage falunien de Weisenau ; les autres sont de l'étage subapennin.

G. *Macrauchenia*, Owen ; une espèce de l'étage falunien de la Patagonie.

G. *Toxodon*, Owen. Des deux espèces connues de la république Argentine, l'une est de l'étage falunien (T. *Paranensis*), l'autre de l'étage subapennin des Pampas (T. *Platensis*).

G. *Elasmotherium*, Fischer ; deux espèces de l'étage subapennin de Russie.

G. *Chalicotherium*, Kaup. ; les deux espèces connues sont de l'étage falunien d'Eppelsheim.

G. *Oplotherium*, de Layser et Parieu ; les trois espèces connues sont de l'étage falunien de Weisenau, d'Auvergne, et une d'Asie.

§ 224. Les genres de Pachydermes fossiles encore vivants sont les suivants : G. *Hippopotamus*, Linné. Les pieds sont fourchus, les doigts en nombre pair. Les espèces fossiles trouvées en Europe ont $\frac{4}{4}$ incisives, tandis que les espèces fossiles de l'Inde paraissent en avoir eu $\frac{6}{6}$. On rencontre les espèces fossiles dans l'étage subapennin d'Europe, de l'Amérique septentrionale, de la Nouvelle-Hollande, et de l'Himalaya.

G *Dicotyles*, Cuvier. Les espèces sont le double plus nombreuses que les espèces vivantes. On en connait cinq dans les cavernes du Brésil.

G. *Sus*, Linné. Les molaires sont au nombre de vingt-quatre ou de vingt-huit, à couronne tuberculeuse au fond de la bouche, mais plus ou moins comprimées et tranchantes en avant. Trois espèces ont paru dans l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan ; les autres sont de l'étage subapennin des cavernes et des brèches d'Europe.

§ 225. Les autres genres, qui ont les doigts impairs, n'ont plus les pieds fourchus : G. *Rhinoceros*, Linné. Une des espèces fossiles, le R. *tichorinus*, Cuvier, devait avoir deux cornes. On en connait, en tout, une dizaine d'espèces fossiles, dont quatre de l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan ; parmi celles de l'étage subapennin, le R. *tichorinus*, Cuvier, se rencontre partout, et jusque dans les glaces du pôle nord.

G. *Tapirus*, Linné. Ils ont, à chaque mâchoire, six incisives et deux

canines séparées par un intervalle vide des molaires qui sont au nombre de quatorze en haut et de douze en bas. On en connaît six espèces fossiles, les unes de l'étage falunien d'Eppelsheim, les autres de l'étage subapennin d'Auvergne et du Brésil.

§ 226. Famille des Solipèdes, *Solidungula*, caractérisés par l'existence d'un doigt unique ou du moins un seul sabot à chaque pied. On rapporte à cette famille le genre éteint *Hippotherium*, Kaup. Cet animal, s'il appartient bien réellement à la famille des Solipèdes, était caractérisé par la structure de ses molaires, dont la lame d'émail forme, dans l'intérieur de la dent, des plis nombreux en zigzag, et par la nature du pied antérieur, qui présentait des rudiments d'un quatrième doigt. L'hippotherium a été trouvé à Eppelsheim, étage falunien.

Le type encore vivant de la famille est le genre Cheval, *Equus*, Linné, dont la tête est allongée, un peu comprimée latéralement. Chaque mâchoire porte six incisives, suivies, de chaque côté, d'une canine qui manque souvent chez les femelles, à la mâchoire inférieure surtout, et d'une série de six molaires à couronne carrée, marquée de cinq croissants, deux extérieurs et trois intérieurs, formés par des lames d'émail qui s'y enfoncent ; entre les canines et les molaires se trouve un grand espace vide. Les espèces fossiles sont de l'étage subapennin d'Europe, d'Asie, des Pampas et des cavernes de l'Amérique méridionale, où le genre n'existait pas vivant, avant la conquête.

§ 227. 10e ordre. Ruminants. Leurs principaux caractères sont, le manque d'incisives à la mâchoire supérieure ; les pieds pourvus de sabots, et, souvent, le front armé de cornes soutenues par un axe osseux. Ils ont, de plus, six ou huit incisives à la mâchoire inférieure. Entre les incisives et les molaires, il existe, généralement, un espace vide ; chez quelques genres seulement, des canines. Les molaires sont presque toujours au nombre de $\frac{6-6}{6-6}$ à couronne large et marquée de deux doubles croissants dont la convexité est tournée en dedans dans les supérieures et en dehors dans les inférieures. Les pieds sont terminés par deux doigts dont les os métacarpiens et métatarsiens sont réunis en un seul os nommé *canon ;* quelquefois, il existe, en outre, à la partie postérieure du pied, deux petits ergots, vestiges de doigts latéraux. Chez tous ces animaux, excepté chez les chameaux et chez les lamas, le pied est fourchu. Les jambes sont sèches, fines et longues, mais le fémur et l'humérus sont courts.

§ 228. 1re famille. Camelidæ. Ils ont six incisives à la mâchoire inférieure, et le pied n'est plus fourchu. Ces incisives sont au nombre de deux en haut ; il existe des canines à chaque mâchoire, et les molaires sont au nombre de vingt ou vingt-deux, au lieu de vingt-quatre. On connaît, dans cette série, un seul genre perdu, le G. *Mericotherium*, Bojanus, des régions glacées de la Sibérie, étage subapennin.

Deux des genres vivants ont laissé des traces dans les couches géologiques, le G. *Auchenia*, Illiger, dont deux espèces fossiles se sont rencontrées dans les cavernes du Brésil. On sait que les espèces vivantes sont spéciales à l'Amérique méridionale.

G. *Camelus*. Linné. On en connaît quatre espèces fossiles de l'étage subapennin, trois d'Asie et de France, et une de l'Amérique méridionale.

§ 229. 2e famille. Cervidæ. Indépendamment des caractères également propres à la troisième famille, tels que les huit incisives à la mâchoire inférieure, le pied fourchu, ils ont des cornes caduques, non recouvertes d'un étui extérieur corné. On connaît de cette famille des genres perdus et d'autres encore représentés. Les genres perdus sont les suivants : G. *Sivatherium*, Cautley et Falconer. Ce genre forme un passage assez naturel entre les grands pachydermes et les ruminants ; en effet, tout en présentant les cornes qui caractérisent la plupart des animaux de ce dernier ordre, la tête était probablement munie d'une trompe, comme celle des proboscidiens, si l'on en juge, du moins, par la forme des os du nez, ceux-ci se relevant et se prolongeant en une voûte pointue, au-dessus des narines externes. Les cornes étaient au nombre de quatre, deux naissant du sourcil entre les orbites et s'écartant l'une de l'autre, et deux autres probables, plus courtes et plus massives, qui ont dû être posées sur des protubérances très-saillantes que présente le crâne dans sa partie supéro-postérieure. Cette portion du crâne offre, du reste, de l'analogie avec celle qui, chez l'éléphant, occupe une place semblable. La tête du sivatherium égalait à peu près en volume celle de l'éléphant ; le cou de cet animal bizarre devait donc être bien plus fort et, par conséquent, plus court que celui de la girafe. A l'opposé de la tête, qui offrait un allongement remarquable dans un sens antéro-postérieur et inféro-supérieur, la face était courte ; ce qui, joint à la forme des os du nez et à la direction même très-inclinée de la face et du front, contribuait à donner à cette tête une des formes assurément les plus singulières qu'il soit possible de rencontrer. Les molaires supérieures, les seules connues, sont au nombre de six, et présentent tout à fait les caractères de celles des ruminants. La seule espèce connue paraît être de l'étage falunien de l'Himalaya.

G. *Dremotherium*, Geoffroy, qui présente deux espèces dans l'étage subapennin d'Auvergne en France.

§ 280. Parmi les genres encore existants, le G. *Cervus*, Linné, offre un très-grand nombre d'espèces fossiles, dont dix-huit dans l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan, les autres dans l'étage subapennin qui a précédé la faune actuelle. L'une des plus remarquables a été le *Cervus megaceros*, Hart., ou *Cerf à bois gigantesque* de Cuvier, dont les bois ne mesuraient pas moins de trois mètres d'envergure ; les perches de ces

bois étaient palmées et dirigées horizontalement vers leur extrémité.

Fig. 97. Cervus megaceros, Cuv.

Nous en donnons ici la figure. (Voy. *fig.* 97) ; des tourbières d'Irlande, et d'une grande partie de l'Europe.

G. *Moschus*, Linné. On en connait deux espèces fossiles des étages falunien d'Allemagne, et subapennin du Bengale.

G. *Camelopardalis*, Linné, dont trois espèces d'Asie et de France, étage subapennin.

§ 231. 3e famille. Bovidæ. Leur caractère principal est d'avoir des cornes persistantes, osseuses, revêtues de cornes. Un seul genre de cette

division n'existe plus, le genre *Leptotherium*, Lund, des cavernes du Brésil.

§ 232. Parmi les genres encore existants, le G. Bœuf, *Bos*, Linné, offre toutes ses espèces dans l'étage subapennin d'Europe, d'Asie et de l'Amérique septentrionale.

G. *Antilope*, Linné. On en connaît trois espèces de l'étage falunien d'Eppelsheim, de Sansan, et quelques-unes de l'étage subapennin.

G. *Capra*, Linné. On en connaît quelques espèces dans l'étage qui a précédé l'époque actuelle.

§ 233. 11e ordre. CÉTACÉS, *Cetacea*. Leur forme générale se rapproche de celle des poissons. Ils manquent complétement de membres postérieurs; les membres antérieurs existent et se composent des mêmes os que ceux des ordres supérieurs des mammifères; mais seulement l'humérus et les os de l'avant-bras sont raccourcis, ceux de la main aplatis. Quelquefois les phalanges sont en plus grand nombre que chez les autres mammifères. On trouve, à la partie postérieure de l'abdomen, deux ou trois osselets rudimentaires suspendus dans les chairs et qui sont les vestiges d'un bassin. Au-dessous des vertèbres caudales, on remarque des os en forme de V, dont la fonction, à l'état vivant, est de donner insertion aux muscles fléchisseurs de la queue. Les vertèbres cervicales, au nombre de sept, sont très-courtes, et en général, presque toutes soudées ensemble. Enfin le rocher, portion du crâne qui contient l'oreille interne, au lieu d'être confondu avec les autres pièces du temporal, est séparé du reste de la tête et n'y adhère que par les ligaments, etc., etc.

§ 234. Famille des MANATIDÆ. Ils ont des dents molaires à couronne plate. Les uns comme les *Manatus*, n'ont, à l'âge adulte, ni incisives ni canines, et leurs molaires à couronne carrée, sont au nombre de huit partout, les autres, comme lès *Halicore*, ont des défenses pointues qui sortent de la mâchoire supérieure. On connaît de cette famille plusieurs genres éteints. G. *Metaxytherium*, Cristol. Il avait le squelette et les défenses des dugongs, les molaires des lamentins. On connaît le squelette entier de cet animal. Le genre est propre à l'étage falunien de la Touraine et de Maine-et-Loire, et à l'étage subapennin.

G. *Zeuglodon*, Owen. Ses molaires sont étranglées au milieu, au point qu'on les dirait formées de deux parties réunies par un mince pédicelle. La mâchoire inférieure est creusée en dedans comme celle des cachalots; des membres courts et déprimés prouvent que cet animal avait la forme des cétacés et que la queue était son principal instrument de progression. L'espèce connue est de l'étage parisien d'Alabama, aux États-Unis.

Les deux genres encore existants, sont : Le G. *Halicore*, Illiger, dont

on connait une espèce de l'étage falunien à Rodersdorf, en Suisse.

Le G. *Manatus*, Cuvier, dont on cite une espèce dans l'étage falunien, une autre dans l'étage subapennin de l'Amérique septentrionale.

§ 235. Famille des Delphinidæ, dont la tête est généralement petite, proportionnée avec le corps, et dont les mâchoires sont pourvues de dents. On connait deux genres éteints. Le G. *Ziphius*, Cuvier. La tête diffère de celle des *Hyperoodons*, en ce que les maxillaires ne se redressent point sur les côtés du museau en cloisons verticales, et en ce que l'espèce de mur situé derrière les narines forme un demi-dôme au-dessus de ces cavités. On les trouve dans l'étage parisien de Provence, dans l'étage falunien d'Anvers.

G. *Balænodon*, Owen, de l'étage parisien de Felixtow, en Angleterre, où l'on en cite quatre espèces.

Les genres encore existants qu'on a pu reconnaitre, d'après quelques os isolés, sont les suivants : G. *Delphinus*, Linné, dont les deux mâchoires ont des dents simples nombreuses. On en connait une espèce de l'étage parisien de l'Orne ; les autres sont de l'étage falunien de Dax (Landes), de Maryland (États-Unis), et de l'étage subapennin.

G. *Monodon*, Linné, dont les mâchoires ont, pour toutes dents, de longues défenses droites implantées dans l'os maxillaire. On en a trouvé des débris dans le diluvium d'Angleterre et de Sibérie.

G. *Physeter*, Linné. Il a, avec le grand développement de tête des baleines, des dents coniques à la mâchoire inférieure. Une espèce est de l'étage falunien de Suffolk en Angleterre, et d'autres débris appartiennent à l'Amérique septentrionale.

Famille des Balænidæ. Leur tête occupe au moins le tiers de la longueur totale, et leurs mâchoires sont toujours dépourvues de dents, et munies seulement de fanons cornés. Les genres suivants fossiles ont leur maximum de développement spécifique à l'époque actuelle. G. *Balænoptera*, Lacépède. Les trois espèces citées sont de l'étage subapennin de l'Italie.

G. *Balæna*, Linné, dans l'étage falunien de la haute Souabe, dans l'étage subapennin du Piémont et des États-Unis.

Mammifères didelphiens.

§ 236. Les petits naissent généralement dans l'état imparfait. Leurs caractères ostéologiques consistent, comme nous l'avons dit, dans la présence des *os marsupiaux* (§ 196). Ces os partent de l'arcade du pubis, s'avancent de là, entre les muscles de l'abdomen, sous forme de V, destinés à soutenir la région mammaire et une sorte de poche ventrale où la mère loge ses petits. Les didelphes forment, en quelque sorte, une série parallèle à celle des monodelphes ; en effet, ils se partagent

en une série de groupes, tout à fait comparables, pour certains caractères, à la plupart de ceux des monodelphes onguiculés. Parmi les marsupiaux par exemple, les uns, les Phalangers, ont le pouce plus ou moins opposable aux autres doigts; et, pourvus d'incisives, de canines et de molaires, représentent bien la division des quadrumanes; d'autres, comme les sarigues, ressemblent, par leur système dentaire, aux insectivores à longues canines. Il en est qui, par le défaut de dents canines, par leurs longues incisives et leurs molaires à collines transversales, correspondent aux rongeurs, par exemple les Phascolomes; enfin par par la disposition du système dentaire, ou par l'absence de dents, la division des Monotrèmes se rapproche de l'ordre des édentés.

§ 237. Devons-nous ranger dans la division des didelphes les fameux ossements fossiles trouvés à Stonsfield en Angleterre, dans les couches jurassiques? On croit aujourdhui que ces ossements appartiennent à des mammifères; mais il n'est pas tout à fait aussi certain qu'ils aient été des didelphes. Trois opinions ont été successivement emises sur leurs affinités : quelques auteurs les considèrent comme des insectivores monodelphes; d'autres les rapprochent des phoques à cause de leurs dents nettement tricuspides; d'autres, enfin, y voient des didelphes. M. Owen admet cette dernière opinion comme la plus probable. Si cette opinion se confirme, elle consacrera l'un des faits les plus extraordinaires que puisse offrir l'histoire des premiers âges géologiques de la terre. Ce fait constaterait l'existence à une époque géologique ancienne d'animaux appartenant à une classe dont la création, si l'on en juge par tous les faits géologiques recueillis jusqu'à ce jour, ne devrait dater que des premiers temps de la période tertiaire. Malgré l'autorité des savants justement célèbres qui rapportent les fossiles de Stonesfield à de véritables mammifères, nous ne pouvons nous empêcher d'émettre encore quelques doutes. En étudiant comparativement les formes animales de toutes les séries, nous avons reconnu que les exceptions étaient le plus souvent basées sur de fausses déterminations. Des caractères internes irrécusables nous ont fait reconnaître par exemple que les prétendus *Conus*, du lias de Normandie, quand le genre Cone ne reparait qu'à la fin de l'époque crétacée, bien qu'ils aient tous les caractères extérieurs de ce genre, appartiennent à une tout autre famille, dont les espèces fossiles sont nombreuses à cette époque. Nos doutes ne se fondent pas seulement sur cette règle générale, mais encore sur la présence de mâchoires inférieures à Stonesfield. Pourquoi, si ce sont de véritables mammifères, n'a-t-on jamais décrit des têtes osseuses ou tous autres ossements qui, joints à la mâchoire, confirmeraient la détermination? Tout en décrivant ici les genres en question, nous pensons qu'ils pourraient appartenir aux reptiles, comme on l'a déjà pensé; ou bien que des mâchoi-

res inférieures, comme la partie la plus étroite, seraient tombées des étages tertiaires dans des fentes des étages jurassiques, comme nous l'avons vu pour les coquilles de l'étage liasien de Fontaine-Étoupe four (Calvados), renfermées dans les fossiles de grès de l'étage silurien inférieur.

Les deux genres rencontrés dans ces conditions, sont : Le G. *Phascolotherium*, Broderip, qui se rapproche des didelphes par trois molaires fausses et quatre vraies. La seule espèce connue appartient aux terrains jurassiques de Stonesfield.

Le G. *Thylacotherium*, Owen, voisin des didelphes, s'en distinguait par des molaires plus petites et plus nombreuses. On connait deux espèces du même lieu (*fig.* 98).

Fig 98. Thylacotherium Prevostii.

§ 238. Les genres encore existants sont les suivants : G. *Didelphis*, Linné. Quand toutes les espèces vivantes sont propres à l'Amérique, il est curieux d'en rencontrer deux dans l'étage parisien de Montmartre près de Paris, à Provins et à Kyson (Suffolk) ; les autres sont des cavernes du Brésil.

G. *Dasyurus*, Geoffroy. Une espèce des cavernes de la Nouvelle-Hollande.

G. *Thylacinus*, Temminck. Une espèce est des mêmes lieux.

G. *Halmaturus*, Illiger. Quelques espèces sont fossiles des cavernes de la Nouvelle-Hollande.

G. *Hypsiprinnus*, Illiger. Une espèce est des mêmes lieux.

Résumé Paléontologique sur les Mammifères.

§ 239. **Comparaison générale.** En jetant un coup d'œil sur notre tableau n° 1 de la répartition chronologique des genres et des espèces de mammifères à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle, on est, tout de suite, frappé de ces faits généraux, qu'à l'exception de deux formes encore douteuses, l'ensemble des mammifères manque dans les quatre premiers âges géologiques du monde, mais qu'ils se sont montrés très-nombreux avec les terrains tertiaires, et qu'ils ont toujours marché en progression croissante depuis leur première apparition jusqu'à la dernière époque qui nous a précédés sur la terre. On voit encore que les formes génériques qui, à chacun des étages, ont cessé d'exister, sont souvent en nombre supérieur aux genres qui se sont conservés jusqu'à nos jours. Ainsi, d'un côté, progression croissante de l'ensemble, et, de l'autre, des formes animales éteintes

dans les âges géologiques et complétement inconnues dans la faune actuelle.

§ 240. **Comparaison des ordres entre eux.** Avant de pousser plus loin les comparaisons générales, nous allons comparer les ordres entre eux, pour reconnaître si les diverses séries connues aujourd'hui à l'état fossile ont été réparties d'une manière uniforme, suivant leur instant d'apparition à la surface du globe.

Les *Didelphes*. Si, tout en doutant du classement des fameux didelphes de Stonesfield (§ 236), parmi les mammifères, nous les y plaçons provisoirement, nous verrons qu'ils ont paru à l'époque jurassique de l'étage bathonien ; c'est-à-dire *treize étages* avant tous les autres mammifères, à une époque où les grands reptiles sauriens purement marins atteignaient leur maximum de développement, et où l'on ne connaissait pas encore d'animaux purement terrestres. Après ces animaux exceptionnels et douteux, les vrais didelphes se sont montrés, pour la première fois, avec les autres mammifères, dans les terrains tertiaires de l'étage parisien ; de cette époque où ils étaient représentés par *un seul* genre, ils ont encore laissé quelques traces dans l'étage subapennin, tandis qu'ils sont aujourd'hui représentés par plus de *quatorze* formes génériques différentes. En résumé, le maximum des genres se trouvant à l'époque actuelle, leur développement zoologique est en progression croissante.

Les *Carnivores* se sont montrés, d'abord, à la surface du globe sous *trois* formes génériques (Voy. le tableau n. 1), avec l'étage suessonien, le premier des terrains tertiaires ; l'étage parisien n'en a pas offert davantage ; l'étage falunien en contient *treize*, l'étage subapennin, *onze;* tandis que le maximum est dans la faune actuelle, où l'on en connaît plus de *vingt-cinq ;* ainsi le développement zoologique des carnivores serait, de nos jours, en progression croissante.

Les *Rongeurs* présentent leur *premier* genre dans le plus ancien des étages tertiaires, l'étage suessonien. *Trois* genres sont connus dans l'étage parisien ; *dix*, dans l'étage falunien, et *sept*, dans l'étage subapennin. La faune actuelle étant représentée par un maximum d'au moins *cinquante* formes zoologiques, on voit que l'ordre des rongeurs est encore en progression croissante.

Les *Pachydermes* offrent leurs deux premiers genres avec l'étage suessonien, qui est, des terrains tertiaires, le plus anciennement déposé. L'étage parisien en renferme *huit*. Leur maximum de développement zoologique a eu lieu durant les étages falunien et subapennin, qui montrent chacun *quinze* genres, tandis que la faune actuelle n'en contient que *neuf*. Contrairement aux trois ordres qui précèdent, les pachydermes seraient actuellement dans une période décroissante, puisque leur maximum a eu lieu à une époque passée.

Les *Quadrumanes* manquent, jusqu'à présent, dans le premier étage tertiaire; ils sont représentés par une seule dent au sein de l'étage parisien; par *deux* genres dans l'étage falunien, et par *quatre* seulement dans l'étage subapennin ; tandis que la faune actuelle montre un maximum d'au moins *trente* genres. Les quadrumanes sont donc en progression croissante dans la faune contemporaine.

Les *Cheiroptères* manquent dans l'étage suessonien ; ils offrent à peine *un* genre avec l'étage parisien, *deux* avec l'étage falunien, *trois* avec l'étage subapennin, quand la faune actuelle en a plus de *trente-trois*. Les cheiroptères sont, aujourd'hui, en progression croissante de formes.

Les *Cétacés*, inconnus dans le premier étage tertiaire, ont montré *quatre* genres dans l'étage parisien, *sept* dans l'étage falunien, *cinq* dans l'étage subapennin; mais la faune actuelle contient le maximum de *quinze* genres. Ils sont en progression croissante dans la faune actuelle.

Les *Amphibies* manquent dans les deux premiers étages; ils ont *deux* genres dans chacun des étages falunien et subapennin, et leur maximum de développement se manifeste à l'époque actuelle par plus de *dix* genres. Ils sont, dès lors, en progression croissante.

Les *Insectivores* manquent dans les deux premiers étages tertiaires; ils montrent *trois* genres dans l'étage falunien, *quatre* dans l'étage subapennin; mais leur maximum, formé de *neuf* genres, existe aujourd'hui. Ils se trouvent donc en voie croissante de développement.

Les *Édentés* manquent aussi dans les deux étages inférieurs des terrains tertiaires; ils offrent *un* genre dans l'étage falunien, et *seize*, ou le maximum de développement, dans l'étage subapennin qui nous a précédés à la surface du globe; car la faune existante n'a plus que *neuf* genres connus. Il en résulte que les édentés, comme les pachydermes, sont dans une période décroissante avec la faune contemporaine.

Les *Ruminants*, qui, comme les amphibies, les insectivores et les édentés, manquent dans les deux premiers étages tertiaires, montraient *trois* genres dans l'étage falunien, *huit* dans l'étage subapennin ; tandis que le faible maximum de *dix* existe avec la faune actuelle. Les ruminants sont, néanmoins, dans une période croissante de développement zoologique.

La comparaison de ces différentes séries de mammifères nous montre, dans une période décroissante de développement de formes zoologiques, les édentés et les pachydermes; tandis que les autres ordres, ou le plus grand nombre, sont, au contraire, en voie croissante de développement générique. Nous insistons sur ce fait, en apparence peu important, mais qui nous conduit à trouver déjà, chez les mammifères, une grave exception à la loi sur la perfection successive des êtres en marchant des étages inférieurs aux supérieurs ; perfection qui disparaît souvent, quand

on met en parallèle les différentes séries animales. Comparons encore l'instant d'apparition des ordres à la surface du globe, avec le développement des facultés chez les mammifères, pour chercher des raisons pour ou contre ce perfectionnement. Si l'on considère les ossements de Stonesfield comme appartenant à de véritables mammifères, cette loi de perfectionnement trouve un grand argument dans l'arrivée prématurée de mammifères didelphes, les moins parfaits dans leur organisation, à une époque relativement ancienne ; mais ce fait isolé, établi sur un des animaux peu connus, n'empêche pas les didelphes bien certains de manquer dans le premier étage tertiaire, et d'être, de toutes les séries, la plus en voie croissante de développement générique à l'époque actuelle, et sous ce rapport, presque en parallèle avec les quadrumanes; tandis que les cétacés, moins parfaits sous le rapport des organes de mouvement, se sont montrés sur la terre après les carnivores, les rongeurs et les pachydermes, en même temps que les quadrumanes. Il y aurait encore ici une sorte d'exception à la loi qu'on a regardée comme générale.

D'un autre côté, sans avoir égard aux exceptions citées, et adoptant l'hypothèse qui voit des didelphes dans les ossements de Stonesfield, on trouvera : que les plus anciens des mammifères appartiennent à la série la moins parfaite de cette classe d'êtres ; qu'ils ont été suivis, mais seulement dans les terrains tertiaires, des carnivores, des rongeurs, des pachydermes, avec le premier étage ; des quadrumanes, des cheiroptères, des cétacés, dans le second ; des amphibies, des insectivores, des édentés et des ruminants, dans le troisième. Que les carnassiers, les quadrumanes surtout, mieux conformés que ceux-ci, appartiennent à la série en voie croissante de développement de forme, et qu'enfin, l'homme, le plus parfait des êtres, n'a été créé qu'avec l'ensemble de la faune actuelle. On en conclura que, chez les mammifères, la série prise suivant les ordres, a néanmoins, marché vers sa perfection, dans la superposition chronologique des âges géologiques jusqu'à notre époque.

§ 241. **Déductions zoologiques générales.** (Voy. le tableau n° 1.) La comparaison des ordres nous apporte des exceptions à la marche croissante des formes zoologiques, en remontant dans les étages géologiques, mais toutes ces exceptions disparaissent si l'on prend l'ensemble des mammifères, sans tenir compte de ces différents ordres. En laissant de côté les deux genres de Stonesfield cités dans l'étage bathonien des terrains jurassiques, mais encore douteux, nous voyons, en effet, tous les autres apparaître dans les terrains tertiaires, et montrer la progression suivante du nombre des genres ou des formes zoologiques en observant l'ordre chronologique de succession des étages de la croûte terrestre. Dans l'étage suessonien, le premier des terrains tertiaires, *six* genres; dans l'é-

tage parisien, *vingt-un;* dans l'étage falunien, *cinquante-sept;* dans l'étage subapennin *soixante-douze*. Comparés à l'ensemble de plus de 210 genres de la faune actuelle, ces nombres prouvent jusqu'à l'évidence que pris dans leur ensemble depuis leur première apparition sur le globe, les mammifères multiplient de plus en plus leurs formes zoologiques et qu'ils sont maintenant à leur maximum de développement, avec l'homme qui est, sans contredit, l'être le plus parfait de toutes les créations passées et actuelles.

§ 242. **Déductions climatologiques comparées.** Malgré l'exiguïté du cadre de cet ouvrage, nous ne croyons pas pouvoir nous dispenser de faire entrevoir l'importance de considérations basées sur la zone spéciale d'habitation de quelques formes animales. L'étude de la répartition des genres de mammifères actuels suivant les grandes lignes isothermes du globe, montre que tels ou tels genres sont, aujourd'hui, cantonnés dans la zone équatoriale qu'ils ne franchissent jamais ; tandis que tels autres, au contraire, se trouvent partout répartis à peu près également, et n'ont plus que leurs espèces cantonnées dans des limites de température propres. Prenons quelques exemples parmi les premiers pour arriver à quelques conclusions générales de climatologie. Personne n'ignore que tous les quadrumanes ou singes, les éléphants, les hippopotames, les rhinocéros, les tapirs, les girafes, etc., etc., sont aujourd'hui spécialement propres aux régions tropicales, ou aux contrées encore très-chaudes qui les avoisinent ; et c'est une conséquence indispensable de leurs conditions propres d'existence, déterminée par leur genre de nourriture. Voyons maintenant où se trouvent, soit les mêmes genres, soit les genres voisins, dans les étages géologiques. Les singes fossiles se sont montrés dans le Suffolk, par 52° de latitude nord, à l'époque de l'étage parisien, et à Sansan (Gers), par 43° de latitude à l'époque de l'étage falunien. Les éléphants fossiles et les autres genres voisins, tels que le *Mastodon*, ont été rencontrés partout, en Europe, en Amérique, dans les régions tempérées et froides, et jusqu'à la mer Glaciale ; les girafes, les hippopotames, les rhinocéros et les tapirs fossiles, avec les genres perdus qui s'en rapprochent, tels que les *Anoplotherium*, les *Palæotherium*, etc., etc., étaient surtout très-abondants en France, en Allemagne, dans les régions presque froides. On doit nécessairement conclure de ces faits, qu'à l'époque où les singes fossiles vivaient en Angleterre et en France, où les autres genres cités aujourd'hui comme propres aux régions tropicales, couvraient la France, l'Angleterre, la Suisse, l'Allemagne et jusqu'à la Russie, la température de ces régions était infiniment plus élevée qu'aujourd'hui, et qu'elle devait égaler la température des tropiques. De plus, on doit croire, que sous une telle température, ces pays étaient couverts de tout le luxe actuel de végétation propre à la zone torride; car, sans cela,

ces animaux n'auraient pas pu exister. Le fait une fois constaté, que, dans les étages géologiques, les animaux fossiles des contrées boréales devaient alors être sous une température élevée, nous ne pousserons pas plus loin ces considérations nous attendrons à parcourir toutes les séries animales, pour arriver à des conclusions générales de climatologie.

§ 243. **Déductions géographiques comparées.** La répartition géographique des genres actuels de mammifères à la surface du globe, nous donne, par exemple, les Tatous (*Dasypus*), les *Dasyprocta*, les *Echimys*, les *Didelphes*, seulement en Amérique; les *Camelus*, les *Rhinoceros*, les *Hippopotamus*, seulement en Asie et en Afrique ; les *Orycteropus* au cap de Bonne-Espérance, et le genre cheval (*Equus*), seulement dans l'ancien continent. Quelques zoologistes ont, dès lors, été très-étonnés lorsqu'ils ont été obligés de signaler des *Dasypus*, des *Dasyprocta*, des *Echymis*, des *Didelphes* fossiles dans les étages parisien et falunien de France, des *Orycteropus*, des *Equus*, des *Camelus* fossiles dans l'Amérique du Sud, des *Hippopotamus* à la Nouvelle-Hollande, des *rhinocéros*, des *girafes*, en France, en Russie, etc., etc. Ils se sont récriés, le plus souvent, sur ces faits qu'ils regardaient comme une anomalie singulière et très-curieuse. Leur étonnement s'explique par cette seule raison qu'ils n'avaient étudié que les mammifères ; car en anticipant un instant sur les faits que nous donnent l'ensemble des êtres et leur répartition, nous reconnaîtrons dans cette anomalie supposée le fait général, que dans tous les âges géologiques, les êtres ont une distribution tout à fait indépendante de la répartition géographique d'aujourd'hui, et que leur espèce de cantonnement dans des zones isothermes, ou sur des régions continentales spéciales, n'a réellement commencé qu'avec l'époque actuelle. Nous sommes même heureux de trouver chez les mammifères, les animaux cantonnés, par excellence, dans les conditions actuelles, des faits assez nombreux pour prouver qu'ils suivent les lois générales qui président à la distribution uniforme des genres dans les mêmes âges géologiques sur tous les points du globe à la fois.

§ 244. **Déductions géologiques tirées des genres.** La forme zoologique nous donne, par la présence ou par l'absence des genres dans les étages géologiques, des caractères *stratigraphiques négatifs* ou *positifs*.

Les *Caractères stratigraphiques négatifs* donnés par les mammifères dans leur application à la stratification des terrains et des étages, sont faciles à déduire par des chiffres tirés du tableau n° 1. Sur 115 genres rencontrés fossiles, pas un ne traversant tous les étages, et tous étant, au contraire, cantonnés dans les étages dont ils n'occupent qu'une très-courte série, ils offrent, pour les terrains et pour les étages où ils manquent, autant de caractères négatifs ; ainsi ces *cent quinze genres*, dont

aucun n'a montré de représentants dans les terrains paléozoïques, triasiques, crétacés, et dans neuf étages jurassiques sur dix, sont autant de faits qui prouvent la spécialisation des formes zoologiques dans les étages géologiques, et qui pourront servir à reconnaître ces étages partout où ils se rencontreront.

En comparant seulement entre eux, les différents étages des terrains tertiaires, nous arriverons encore à trouver, pour chacun en particulier, des caractères négatifs donnés par les faits actuellement connus ; car il en ressortira que les 107 genres qui manquent dans l'étage suessonien peuvent le caractériser encore mieux que les *six* genres qu'on y cite. Que les 90 genres qui manquent à l'étage parisien, que les 42 genres qui sont inconnus dans l'étage falunien, sont autant de faits négatifs qu'on peut invoquer pour reconnaître ces étages, lorsque la superposition laisse des doutes sur l'âge réel auquel on doit les rapporter.

§ 245. **Caractères stratigraphiques positifs.** Nous appelons *caractères positifs*, les formes animales, les genres, qui existent dans un terrain, dans un étage ; ainsi pour nous, les 115 genres connus fossiles (Voy. le tableau n° 1), sont autant de faits positifs propres à caractériser les étages où ils se trouvent. Les genres qui parcourent une série plus ou moins grande des étages peuvent servir, pour tous ces étages à la fois, comme les genres *Canis*, *Viverra*, *Sciurus*, etc., de notre tableau (où d'un seul coup d'œil ces faits pourront être compris), et ces genres qui traversent plusieurs étages sont au nombre de 40, tandis que ceux qui n'occupent encore aujourd'hui qu'un seul étage sont au nombre de 75. Dès lors, les genres caractéristiques de leurs étages spéciaux connus, comme les *sept* de l'étage parisien, les 23 genres spéciaux de l'étage falunien, et les 42 genres propres à l'étage subapennin, dont 25 sont ensevelis pour toujours dans l'époque qui nous a précédés sur la terre, seront autant de formes caractéristiques de ces différents étages qu'on pourra invoquer comme faits positifs, quand on aura des doutes sur un gisement géologique dont la stratification ne sera pas certaine.

§ 246. **Persistance des caractères positifs.** Nous ne terminerons pas ce qui a rapport aux caractères positifs, sans faire ressortir un fait que nous comparerons dans toute la série animale, et qui se voit, au premier aperçu, dans notre tableau n° 1. C'est que, lorsqu'une série animale commence à se montrer, elle se trouve généralement dans tous les étages intermédiaires jusqu'à ce qu'elle finisse, ou qu'elle arrive à l'époque actuelle. Les genres éteints pour la faune terrestre, comme ceux qui arrivent jusqu'à présenter des espèces encore vivantes, sont dans le même cas, comme on peut le voir pour les genres *Anthracotherium*, *Palæotherium*, *Canis*, *Ursus*, etc. Quand un genre manque dans un étage, tandis qu'il est représenté dans les étages inférieur et supérieur, comme

on le voit pour les genres *Lutra*, *Sciurus*, *Halicore*, etc., etc., on doit croire que, s'il n'a pas encore été rencontré dans les étages intermédiaires, il doit sans doute exister sur des points encore inconnus à la science, et sa non-présence dans ces parties intermédiaires ne peut être regardée comme un fait réellement négatif.

§ 247. **Déductions géologiques tirées des espèces.** En comparant les travaux consciencieux des Cuvier, des Owen, des Meyer, des Kaup, et de tant d'autres savants qui ont écrit sur les mammifères fossiles, on reconnaît, que chaque fois qu'une espèce a été établie sur assez de matériaux rencontrés dans un étage géologique certain, elle se trouve propre à cet étage, qu'elle peut servir à caractériser. On peut voir la vérité de ce fait surtout dans le résumé que le docteur Giebel a fait des mammifères fossiles connus. Il en ressort évidemment que les espèces sont propres à des étages spéciaux ; car, bien que cet auteur ait séparé le *Diluvium* et les *Cavernes* de son tertiaire supérieur, qui est notre étage subapennin, on pourra voir aux considérations générales sur ce dernier étage, que nous regardons comme contemporains les cavernes et le diluvium qui contiennent des espèces perdues ; seulement les uns sont des dépôts marins, et les autres des dépôts terrestres d'une même époque géologique. En nous résumant, nous dirons que, partant de ce principe, nous pourrons regarder les *quatre cents espèces* fossiles de mammifères, comme étant presque toutes caractéristiques de leurs étages respectifs.

ANIMAUX VERTÉBRÉS OVIPARES.

Cette seconde série des animaux vertébrés, caractérisée dans le squelette, en outre des caractères zoologiques, par la mâchoire inférieure réunie au crâne, par un ou deux os intermédiaires, se divise en trois classes : les *Oiseaux*, les *Reptiles* et les *Poissons*.

CLASSE DES OISEAUX.

§ 248. Les oiseaux se reconnaissent facilement aux caractères de leur squelette. Les deux membres inférieurs sont conformés pour la marche; les deux autres sont organisés pour le vol; leurs os ont donc une forme appropriée à chacune de ces fonctions : le bassin est très-étendu en longueur; les ischions et surtout le pubis se prolongent fortement en arrière. Les pieds ont un fémur, un tibia, un péroné. Le tarse et le métatarse y sont représentés par un seul os terminé, vers le bas, en trois poulies. Il y a, le plus souvent, trois doigts dirigés ordinairement en avant, et un pouce dirigé en arrière. Le nombre des articulations croit à chaque doigt, en commençant par le pouce qui en a deux et en finissant

par le doigt externe qui en a cinq. L'omoplate est étroit, mais très-allongé dans un sens parallèle à l'épine, et s'appuie sur le sternum, non-seulement par l'intermédiaire de la clavicule ou *fourchette*, mais aussi à l'aide d'un autre os qui remplit les fonctions d'une autre clavicule et qui est appelé *os coracoïdien*. Les clavicules, des deux côtés, se soudent, presque toujours, par leur extrémité antérieure sous la forme d'un V, dont la pointe est dirigée en bas et attachée au bréchet. La conformation du bras et de l'avant-bras ne diffère que peu de celle de l'homme. Le carpe se compose de deux petits os placés sur le même rang et suivis du métacarpe qui présente deux branches soudées par leurs extrémités. Au côté radial de la base de cette partie de la main, s'insère un pouce rudimentaire ; enfin, à son extrémité se trouve un doigt médian, composé de deux phalanges et un petit stylet représentant un doigt externe. La tête est petite et se compose de plusieurs os qui ne tardent pas à se souder tous ensemble. La face est constituée en majeure partie par deux mâchoires très-allongées et dont la supérieure, formée principalement des os intermaxillaires, se prolonge en arrière en deux arcades dont l'interne se compose des os palatins et ptérygoïdiens, et l'externe des maxillaires et des jugaux, et qui s'appuient, l'une et l'autre, sur un os tympanique mobile, vulgairement dit *os carré*. Une substance cornée revêt les deux mandibules et constitue particulièrement le bec. Le col a de nombreuses vertèbres très-mobiles; les vertèbres dorsales sont, au contraire, peu mobiles et sont souvent même soudées ensemble ; les lombaires se réunissent toutes en un seul os ; les coccygiennes sont petites et mobiles. Le sternum est d'une grande étendue et présente, en avant, une lame saillante, une sorte de carène qu'on nomme *bréchet*. La portion sternale des côtes est ossifiée, comme la vertébrale ; chacune d'elles porte un petit prolongement osseux qui se dirige obliquement vers la côte suivante et qui concourt à donner plus de solidité au thorax. Enfin le tissu osseux est caractéristique dans toute cette grande classe de vertébrés, par sa dureté, par sa légèreté, par sa composition chimique.

§ 249. Les oiseaux se divisent en ordres ; mais ces ordres ne se distinguent guère entre eux que par des caractères empruntés à la forme du bec, des pattes, etc. Les caractères ostéologiques qui nous avaient été d'un si puissant secours pour diviser méthodiquement les mammifères, deviennent ici insuffisants; car ils n'offrent pas, dans chacun de ces ordres, des différences assez tranchées pour les séparer convenablement. De là, de grandes difficultés dans la détermination des débris fossiles d'oiseaux, d'autant plus que la partie cornée du bec, et les pattes n'offrent généralement pas des conditions favorables à la fossilisation et que, conséquemment, ces organes sont très-rarement conservés avec les os à l'état

fossile. Ajoutons que dans une classe dont les limites extrêmes sont aussi peu éloignées que dans celle des oiseaux, les zoologistes ont établi plus de cinq mille espèces vivantes. On concevra, dès lors, facilement que les caractères du squelette déjà insuffisants pour la détermination des ordres, le seront bien plus encore pour celle des genres, et qu'enfin il sera impossible, dans la plupart des cas, de distinguer par ces caractères les espèces à l'état fossile. Du reste, les débris fossiles d'oiseaux sont rares, ce qui tient, peut-être, à l'habitude de ces animaux de vivre généralement sur le sol exondé, ou à la faculté dont ils jouissent de pouvoir fuir les inondations et d'échapper ainsi à l'envahissement brusque des eaux, peut-être aussi à la rareté même de la race aux anciennes époques géologiques, ou enfin à la nature poreuse des ossements qui les porte à surnager pendant longtemps, avant que les sédiments s'en emparent.

Les os ne sont pas les seuls débris de la classe des oiseaux qu'on rencontre à l'état fossile. Nous avons dit qu'on y rencontrait très-rarement les ongles, le bec, les plumes, etc.; on y trouve même des œufs parfaitement conservés dans leur forme. Les gypses de Montmartre présentent de beaux exemples d'oiseaux conservés avec le bec et les ongles (*fig.* 99). On possède au Muséum de Paris deux portions de plumes très-reconnaissables, qui proviennent d'un terrain tertiaire d'Auvergne, un autre échantillon provenant du gypse d'Aix, un troisième, de Monte-

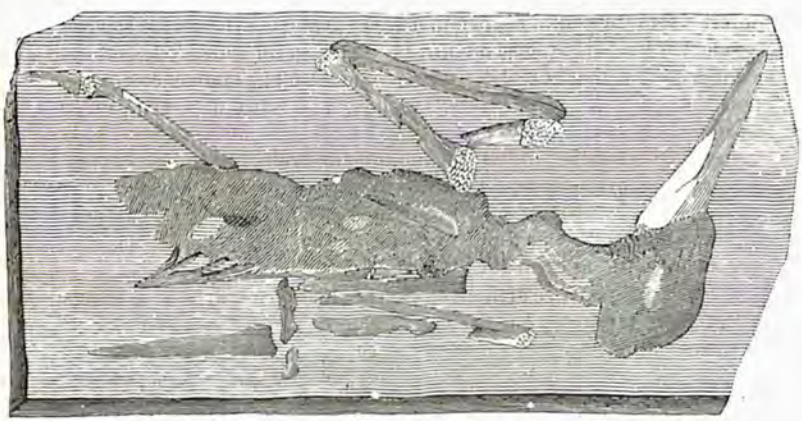


Fig. 99. Oiseau fossile de Montmartre.

Bolca. Quant aux œufs fossiles d'oiseaux, on dit qu'il n'est pas rare d'en rencontrer dans les terrains d'eau douce d'Auvergne; on en cite également dans les gypses d'Aix.

§ 250. L'histoire que nous venons de tracer des débris fossiles de la classe des oiseaux demeurerait incomplète, si nous ne disions encore quelques mots des traces que ces animaux ont laissées sur certaines couches géologiques anciennes, dont nous avons déjà fait mention, en traitant des empreintes physiologiques (§ 30). La véritable nature organique de ces empreintes ne saurait être aujourd'hui douteuse pour personne; M. Hitchcock, qui les a particulièrement étudiées, a prouvé, par de savantes recherches, qu'il n'était possible de les attribuer à aucune autre classe d'animaux marcheurs, qu'à celle des oiseaux. Rencontrées dans les grès de l'étage conchylien de Massachussets, aux États-Unis, ces empreintes sont généralement composées de trois doigts, le médian étant plus long que les deux autres (*fig.* 100). Quelques-unes portent des ongles; quelques-unes aussi offrent un pouce en arrière et toutes retracent bien la marche d'un bipède; car on ne trouve jamais plus de deux rangées parallèles, une de droite et une de gauche, pour chaque série de pas. Les empreintes se succèdent régulièrement, le pied droit et le pied gauche se montrant toujours à leur place respective. Quelques-unes d'entre elles mesurent des dimensions énormes; une entre autres semble prouver que le pied qui l'a produite n'avait pas moins de 15 pouces (anglais) de long et 10 pouces de large, sans compter l'ongle de derrière qui avait à lui seul 2 pouces. Quatre à cinq pieds au moins d'intervalle séparent la trace de chaque pas, c'est-à dire, marquent chaque enjambée de l'animal. Ces intervalles indiquent des proportions si fort au-dessus de celles des espèces vivantes connues jusqu'à ce jour (les enjambées de l'autruche n'ont que 10 à 12 pouces de long, mesure

Fig. 100. Empreinte physiologique de pas d'oiseau.

anglaise), que le géologue est porté naturellement à se demander si ce sont bien là de véritables empreintes de pas d'oiseaux. Une circonstance assez remarquable, qui se rattache au gisement des empreintes physiologiques de pas d'oiseaux, c'est que, dans les couches où celles-ci se rencontrent, on n'a jamais trouvé le moindre débris osseux d'oiseaux. On y a découvert seulement, en ces derniers temps, des coprolites qui paraissent bien, d'après leur composition chimique, devoir être attribués à des animaux de cette classe.

Cuvier divise les Oiseaux en ordres qui ont presque tous des représentants à l'état fossile.

§ 251. 1er ordre. Oiseaux de proie (*Rapaces*). On rapporte à cette division un genre perdu : le G. *Lithornis*, Owen, voisin du vautour, mais plus petit qu'aucun des genres actuellement connus. Il s'est montré dans l'étage parisien de Sheppy. On connaît encore quelques représentants des G. *Haliætus*, *Buteo* et *Strix*, dans l'étage parisien de Montmartre ; du G. *Catarthes*, dans l'étage subapennin d'Auvergne ; des G. *Vultur*, *Aquila*, dans le diluvium.

§ 252. 2e ordre. Passereaux (*Passeres*). On cite comme genre éteint le G. *Protornis*, Meyer, rencontré dans l'étage suessonien de Glaris.

Parmi les genres existants qu'on a cru reconnaître, on indique les G. *Turdus*, *Fringilla* et *Corvus*, dans l'étage falunien de Weisenau, de Sansan ; et dans les cavernes ou le diluvium, les genres *Motacilla*, *Anabates*, *Alauda*, *Turdus*, *Corvus*, *Hirundo*, *Caprimulgus*, etc.

§ 253. 3e ordre. Grimpeurs. Un genre éteint, décrit par M. Owen sous le nom d'*Halcyornis*, a offert une espèce dans l'étage parisien de Sheppy (Angleterre). Les genres encore existants connus, tels que les *Coccyzus*, *Picus*, *Psittacus*, etc., sont des cavernes ou du diluvium d'Europe et du Brésil.

§ 254. 4e ordre. Gallinacés (*Gallinaceæ*). On a rapporté toutes les espèces fossiles à des genres connus à l'état vivant. Le G. *Perdix* a offert une espèce dans l'étage parisien de Montmartre, une autre dans l'étage falunien de Weisenau ; les quatre genres *Phasianus*, *Gallus*, *Numida*, *Crypturus*, cités à l'état fossile, sont des cavernes et du diluvium ; dès lors ils dépendent peut-être de l'époque actuelle.

§ 255. 5e ordre. Coureurs (*Currentes*). Un genre perdu de cette division, le G. *Dinornis*, Owen, dont on rencontre des restes abondants dans le diluvium de la Nouvelle-Zélande, était remarquable par ses dimensions et par sa forme. Sa découverte récente a vivement excité l'admiration des zoologistes. On en connaît déjà cinq espèces ; l'une d'elles n'avait pas moins de quatre mètres et plus de haut ; un tibia mesure 28 pouces et demi (anglais) de long ; un fémur, 11 pouces de long

et 7 pouces et demi de circonférence. Le dinornis était intermédiaire, pour la forme, entre les casoars et les apteryx.

Le genre *Rhea* a montré des débris dans les cavernes du Brésil. On sait que ce genre vit encore sur le même continent.

§ 256. 6e ordre. Échassiers (*Grallæ*), tous oiseaux de rivages. On a décrit, sous le nom de *Palæornis*, Mantell, des os d'oiseaux rencontrés dans l'étage néocomien de Tilgate. Les autres genres qu'on a cru reconnaître sont rapportés aux formes actuelles. On cite le G. *Scolopax*, dans l'étage crétacé sénonien de New-Jersey, aux États-Unis ; des traces des G. *Tantalus*, *Scolopax*, *Numenius* et *Fulua*, dans l'étage parisien de Montmartre et de Halten ; des traces des genres *Ciconia*, *Scolopax*, dans l'étage falunien de Wiesbaden et de Weisenau; des ossements de *Phœnicopterus*, en Auvergne; et dans les cavernes et le diluvium, avec les genres précédents, des *Otis*, des *Rallus* et des *Crex*.

§ 257. 7e ordre. Palmipèdes (*Natatores*). Un genre perdu de cette division est le *Cimoliornis*, Owen, de l'étage crétacé néocomien de Maidstone (Angleterre). Parmi les genres connus à l'état vivant, on a mentionné le G. *Carbo*, dans l'étage parisien de Montmartre; dans l'étage subapennin d'Auvergne et de Mombach, des *Mergus*, des *Anas* et des *Carbo* ; puis, dans les cavernes et dans les alluvions, où l'âge ne peut être rigoureusement déterminé, avec les genres cités des *Larus*, des *Anser* et des *Colymbus*.

Résumé paléontologique sur les Oiseaux.

§ 258. **Comparaison générale.** En comparant notre tableau n° 2 de la répartition chronologique des oiseaux à la surface du globe, à ce que nous avons dit des mammifères (§ 239), on s'apercevra, tout de suite, que les oiseaux fossiles ont suivi, en tout, la même loi de répartition géologique. En effet, on voit encore qu'à l'exception de quelques empreintes physiologiques dans les premiers âges géologiques et de quelques genres dans les terrains crétacés, l'ensemble des oiseaux s'est montré avec les terrains tertiaires et a marché progressivement jusqu'aux dernières couches géologiques. Nous insistons sur cette concordance de résultats, dans le but de faire remarquer que les oiseaux, comme les mammifères, sont essentiellement terrestres et qu'ils respirent l'air en nature, conditions que nous comparerons plus tard dans toute la série animale.

Après ce que nous avons dit (§ 249) de la difficulté de distinguer avec certitude les genres par les caractères ostéologiques, on concevra que nos généralités sur les oiseaux fossiles ne peuvent nous amener à des considérations aussi complètes que les mammifères. En effet, les oiseaux ne montrant aucune différence bien marquée dans l'instant d'apparition

respective des ordres, nous pouvons croire qu'ils ont subi une même loi de répartition dans les couches terrestres.

§ 259. **Déductions zoologiques générales.** Si nous comparons, en remontant des époques anciennes vers l'état actuel, le nombre respectif des traces que les oiseaux ont laissées dans les couches terrestres, nous arriverons aux conclusions suivantes, qui ressortent de notre tableau n° 2, résumé fidèle de tous les faits. A quelle époque peut-on faire remonter avec quelque certitude la première apparition des oiseaux sur le globe? C'est la première question qui se présente naturellement à la pensée. Si l'on en croit les *empreintes physiologiques* dont nous avons parlé (§ 250), les premières traces d'oiseaux se seraient montrées avec l'étage conchylien, le premier des terrains triasiques (1). Malgré les savants travaux de M. Hitchcock, nous ne pouvons nous empêcher de conserver encore des doutes sur les véritables rapports de ces anciennes traces d'animaux. Rien, assurément, ne s'oppose à ce que les oiseaux ovipares à sang chaud, se soient montrés, pour la première fois, sur la terre, en même temps que les reptiles ovipares à sang froid. La difficulté, pour nous, ne se trouve pas là; mais bien dans une autre déduction générale d'une haute importance en paléontologie. C'est la persistance des formes zoologiques à la surface du globe, quand une fois elles ont commencé à paraître. Nous avons vu cette persistance marquée aux mammifères (§ 246); nous verrons aux reptiles (§ 279), qu'après leur première apparition, en même temps que les empreintes physiologiques en question les reptiles n'ont cessé de se montrer à tous les âges géologiques. Nous verrons encore, en parcourant les autres séries animales, que le fait est général. On pourrait alors se demander : Pourquoi ne trouve-t-on aucun ossement d'oiseaux, en même temps que ces empreintes, quand les reptiles y ont laissé leurs restes osseux? Pourquoi, si ce sont des oiseaux, ceux-ci sont-ils totalement inconnus, jusqu'à présent, dans le dernier étage triasique, et dans les dix étages jurassiques intermédiaires, qui séparent ces empreintes physiologiques des premiers restes certains d'oiseaux? On voit qu'il peut y avoir encore quelque incertitude sur la présence réelle des oiseaux à l'époque de l'étage conchylien.

Après ces traces douteuses, les premiers ossements d'oiseaux qu'on a rencontrés appartiennent aux couches terrestres de Wild-Clay, que nous croyons devoir rapporter à l'étage néocomien, le plus ancien des étages crétacés. On connaît, à cette époque, deux genres perdus (*Palæornis* et *Cimoliornis*). Dans les terrains crétacés, on ne cite qu'une seule espèce propre à l'étage sénonien des États-Unis. Après cela, les oiseaux ne se montrent plus en nombre qu'avec les terrains tertiaires

(1) M. Elie de Beaumont pense que le nouveau grès rouge dépend des terrains triasiques inférieurs.

où les mammifères ont pris leur grand développement de formes. On compte, en effet, dans l'étage parisien *onze* formes zoologiques, quelques genres de plus dans l'étage falunien, tandis que, dans l'étage subapennin, on en compte *vingt-neuf*. Ces chiffres, comparés à celui de 300 environ, auxquels s'élèvent les genres existants, prouveront avec toute l'évidence possible, que les formes zoologiques des oiseaux ont constamment marché en progression croissante, depuis leur première apparition sur la terre, jusqu'à l'époque actuelle, et qu'elles sont, aujourd'hui, au maximum de leur développement générique.

§ 260. **Déductions géologiques.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* donnés par les genres d'oiseaux, sont semblables à ceux que donnent les mammifères (§ 244). En effet (Voy. le tableau n° 2), sur les 44 genres, aucun ne parcourant tous les étages, et tous étant au contraire cantonnés dans des étages spéciaux, ils deviennent pour tous les terrains et pour tous les étages où ils manquent, autant de caractères négatifs, auxquels on pourra recourir pour l'âge géologique d'étages douteux. Les *caractères stratigraphiques positifs*, sont encore, par la même raison, au nombre de 44; ainsi l'on voit, malgré le peu de faits donnés par les oiseaux, comparés aux mammifères (§ 245), qu'ils offrent encore assez de formes spéciales dans les étages géologiques, pour donner des caractères positifs applicables à la reconnaissance des étages géologiques.

CLASSE DES REPTILES.

§ 261. Le nom de ces animaux leur vient de leur mode de locomotion, qui ressemble, le plus souvent, à une reptation. Les caractères ostéologiques sont les suivants : La tête est petite et le corps très-allongé; les membres manquent quelquefois complétement, ou bien ne se trouvent qu'à l'état de vestige; mais, le plus ordinairement, ils sont au nombre de quatre, disposés pour la marche ou la nage. De tous les os du squelette, les seuls qui existent toujours sont ceux de la tête et de la colonne vertébrale; les autres peuvent manquer tour à tour. La mâchoire inférieure est toujours composée de plusieurs os et s'articule avec le crâne par l'intermédiaire d'un os distinct du temporal (l'*os carré* ou *tympanique*); la tête s'articule à la colonne vertébrale par un seul condyle à plusieurs facettes; la colonne épinière est ordinairement très-longue; les côtes sont très-nombreuses, etc.

§ 262. Les **Reptiles** offrent, à l'état fossile, des restes nombreux. On peut citer ces squelettes complets, dont toutes les parties osseuses sont en rapport, et qu'on a rencontrés dans l'étage du lias à Lyme-Regis (Angleterre), où, quelquefois, avec les os en position, se montraient, pour ainsi dire, les tendons et jusqu'à certains points, des restes, des vestiges de fibres tendineuses ou musculaires. Quand on ne rencontre pas de

squelette entier, on trouve des têtes complètes avec leurs dents ou des séries de vertèbres encore placées les unes près des autres. Les os dispersés et les dents de reptiles sont très-répandus dans les couches jurassiques, crétacées et tertiaires.

Les écailles de quelques espèces sont bien plus rares. Des œufs de tortue se sont montrés dans les calcaires faluniens de la Gironde. Les reptiles ont laissé des empreintes physiologiques. Il existe des empreintes de pas de tortues dans l'étage conchylien. Des empreintes de pas de sauriens ont été également recueillies dans le nouveau grès rouge de Grinsill près de Shrewsbury et sur beaucoup d'autres points : entre autres, le *Chirotherium*, reptile qu'on ne peut rapporter nettement à aucune série (Voy. *fig.* 32).

Les reptiles sont aussi les animaux qui ont laissé le plus de coprolites, ou de restes fossiles de digestions. Dans les étages jurassiques, crétacés et tertiaires d'Angleterre et de France, on en rencontre de remarquables par leur forme arrondie, souvent contournée.

On divise les reptiles en quatre ordres.

§ 263. 1er ordre. Chéloniens. Les animaux de cette division se distinguent très-facilement des autres reptiles par les caractères de leur squelette. Le corps est protégé par une sorte d'armure solide, nommée *carapace*, composée de deux pièces : l'une supérieure ou *bouclier* et l'autre inférieure ou *plastron*. Ces deux pièces sont, généralement, unies par une partie de leur contour et ne laissent d'ouverture que pour le cou, les pattes et la queue. En étudiant les mammifères, nous avons déjà vu des animaux porter une espèce d'armure, en apparence semblable, par exemple les tatous ; mais, chez ces animaux, cette armure est formée simplement de poils agglutinés, tandis que, chez les tortues, elle résulte de la dilatation osseuse et de la soudure des vertèbres et des côtes, en dessus du corps, et de la dilatation et soudure semblables du sternum, en dessous. La carapace des tortues se compose d'un nombre variable de pièces qui correspondent à autant d'os transformés ; à sa face interne supérieure, on distingue encore facilement les vertèbres de la colonne épinière. Les chéloniens se distinguent de plus, par d'autres caractères de squelette, mais moins tranchés au premier aspect que ceux de la carapace solide. Nous citerons, entre autres, la forme des vertèbres libres, dont les faces articulaires sont alternativement convexes et concaves, au lieu d'être planes comme chez les mammifères, l'absence de dents, les os des membres très-courts, l'épaule composée de trois os, etc.

Nous pensons qu'en suivant l'exemple de quelques auteurs, on peut diviser les chéloniens, en quatre familles qui offrent des restes fossiles.

§ 264. 1re famille : Testudinæ, ou tortues terrestres et palustres.

Elles ont les pattes en forme de moignons arrondis et la carapace très-bombée, quelquefois plus haute que large, recouverte de grandes plaques cornées, non imbriquées, dont le nombre est peu variable; on en compte toujours treize sur l'espèce de disque qui correspond aux vertèbres et aux côtes, et vingt-trois à vingt-cinq formant une bordure autour des premières. On connaît, de cette division, un genre perdu, *Megalochelys*, Cautley et Falconer, remarquable par ses dimensions; quelques fragments conservés au Musée britannique indiquent une carapace qui a dû avoir plus de six mètres de longueur; rencontrés dans l'étage falunien de l'Himalaya.

On doit peut-être rapporter aux tortues terrestres, les empreintes physiologiques de pas trouvées, en particulier, dans l'étage conchylien de Corncockle-Muier, comté de Dumfries (Écosse) (Voy. *fig.* 33), et à Laposbánga, sur les frontières de la Transylvanie.

Des ossements de tortue, *Testudo*, ont été rencontrés à Stonesfield, dans l'étage bathonien, une espèce dans l'étage sénonien crétacé de l'Amérique septentrionale, deux dans l'étage falunien, et quelques autres dans l'étage subapennin de Montpellier, de Mie, du Brésil.

§ 265. 2e famille : Emysidæ ou *tortues palustres*. Elles ont les doigts distincts, palmés à leur base, et la carapace entièrement solide et ovalaire, mais ordinairement beaucoup plus déprimée que dans la famille précédente. On rapporte à cette division quelques genres perdus : Le G. *Idiochelys*, Meyer, dont on connaît deux espèces dans l'étage oxfordien de Kelheim.

Le G. *Eurysternum*, Meyer, de l'étage oxfordien de Solenhofen.

Le G. *Tretosternon*, Owen, une espèce de l'étage néocomien de Purbeck (Angleterre).

Le G. *Testudinites*, Weiss, des cavernes du Brésil.

Les genres encore existants qu'on cite à l'état fossile, sont : le G. *Emys*, Duméril, qui a montré deux espèces dans l'étage kimméridgien de Soleure; deux autres dans l'étage néocomien d'Oberntirchen et de Maidstone (Angleterre); trois sont de l'étage tertiaire parisien, cinq de l'étage falunien, et quelques autres de l'étage subapennin ou des cavernes.

Le G. *Chelydra*, Schweiger On en cite une espèce dans l'étage falunien d'OEningen.

Le G. *Platemys*, Wagler, une espèce de l'étage jurassique kimméridgien d'Angleterre et de Suisse, et deux espèces de l'étage parisien de Sheppy et de Bruxelles.

Le G. *Clemmys*, Wagler, deux espèces sont de l'étage falunien.

§ 266. 3e famille : Trionyxidæ ou *tortues fluviatiles*. Elles ont les doigts palmés jusqu'aux ongles, et la carapace très-élargie, presque plate, dé-

pourvue d'écailles, couverte seulement d'une peau molle, et complétement cartilagineuse dans tout son pourtour, disposition qui leur a valu le nom de tortues *molles*. La carapace manque de pièces marginales, et le sternum n'est pas ossifié au milieu. On connait, de cette division, un genre perdu, *Aspidonectes*, Meyer, qui contient une espèce de l'étage falunien, et un genre encore vivant, *Trionyx*, Geoffroy, qui a montré trois espèces dans l'étage conchylien de Dorpat, une dans l'étage liasien des terrains jurassiques. Les terrains tertiaires en ont montré une dans l'étage suessonien, une autre dans l'étage parisien, trois dans l'étage falunien et quelques autres dans l'étage subapennin.

§ 267. 4e famille : Chelonidæ ou *tortues marines*. Elles ont les pattes en palettes, éminemment propres à la nage, les pattes antérieures plus longues du double que les postérieures, la carapace surbaissée et cordiforme, les côtes non élargies ni soudées près du bord du bouclier, et le sternum évidé au centre. On connait de cette division, un genre perdu, *Aplax*, Meyer, dont une espèce est propre à l'étage jurassique oxfordien de Kelheim. Le genre encore existant est le G. *Chelonia*, Brongniart, qui a montré des traces dans l'étage triasique conchylien. Les terrains jurassiques en ont offert deux espèces dans l'étage portlandien ; les terrains crétacés en renferment plusieurs dans l'étage néocomien de Tilgate, des traces dans l'étage cénomanien, plusieurs espèces dans l'étage sénonien de Maëstricht ; les terrains tertiaires en montrent six espèces dans l'étage parisien, puis quelques autres dans les étages suivants (*fig.* 101).

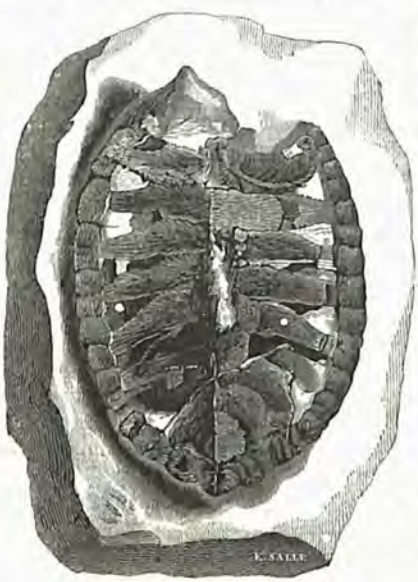


Fig. 101. Chelonia Berstedi.

§ 268. 2e ordre. Sauriens, *Sauria*. Le corps est allongé, pourvu de membres dont le nombre, à quelques exceptions près, est de quatre. Ces membres sont dirigés en dehors, et terminés par des doigts bien

distincts, ordinairement au nombre de cinq. Le nombre des vertèbres est très-variable ; leur face articulaire est concave en avant, convexe en arrière ; il existe toujours des côtes mobiles qui souvent protégent l'abdomen, aussi bien que le thorax ; le sternum ne manque jamais ; l'épaule est ordinairement formée de trois os, une omoplate, une clavicule, un os coracoïdien, réunis en ceinture, de manière à envelopper la partie antérieure de la poitrine et à concourir tous à la formation de la cavité destinée à loger la tête de l'humérus. Le bassin se compose également de trois pièces et se joint au sacrum formé par deux vertèbres, etc.

A l'exception de quelques genres, tels que les *Crocodilus* et les *Alligator*, tous les autres genres de sauriens fossiles ont complétement disparu de la surface de la terre ; et bien que leurs caractères, comme sauriens, soient tranchés dans le plus grand nombre, à peine oserait-on admettre, pour quelques-uns d'entre eux, des rapprochements avec les groupes actuels. Les formes de plusieurs de ces genres sont bizarres, extraordinaires ; il en est dont la structure semble sortir des types généraux d'organisation de la faune actuelle et même des faunes éteintes. Enfin, tandis que dans les autres classes, les genres éteints peu nombreux étaient, en quelque sorte, subordonnés aux genres vivants en nombre beaucoup plus considérable autour desquels ils pouvaient aisément se grouper, dans les sauriens, au contraire, les genres éteints sont infiniment plus nombreux que les genres vivants, et plusieurs de ces genres forment des groupes tout à fait distincts, qu'on ne peut, en aucune manière, rapprocher des groupes vivants. Du reste, les genres qui ont encore leurs analogues dans la nature actuelle ne se trouvent que dans les divisions supérieures des terrains stratifiés, c'est-à-dire dans les divisions dont tous les types organiques se rapprochent plus ou moins de ceux de la création actuelle.

§ 269. 1re famille : CROCODILIDÆ, dont le genre type est le crocodile du Nil. Autour de cette forme, et plus ou moins rapprochés, viennent se grouper de nombreux genres perdus. Parmi ceux-ci, les six premiers ont les vertèbres biconcaves, tandis que les *Crocodilus* les ont concaves en avant et convexes en arrière.

G. *Teleosaurus*, Geoffroy. Il avait le museau grêle comme les gavials actuels, la forme générale de la tête semblable à celle de ces animaux, l'ouverture nasale antérieure terminale, la mâchoire inférieure élargie vers son extrémité, les dents minces, coniques, aiguës et toutes égales ; mais le sternum était semblable à celui des crocodiles vivants. Une des espèces connues avait près de cinq mètres de long. Des deux espèces connues, l'une paraît être de l'étage bathonien de Caen, l'autre de l'étage kimméridgien.

G. *Elodon*, Meyer. L'espèce est de l'étage jurassique oxfordien.

G. *Mystriosaurus*, Kaup et Bronn, dont on cite quatorze espèces de l'étage jurassique toarcien, ou lias supérieur.

G. *Macrospondylus*, Meyer, une espèce de l'étage toarcien de Boll.

G. *Gnathosaurus*, Meyer, de l'étage oxfordien de Solenhofen.

G. *Rachœosaurus*, Meyer, du même étage, même lieu.

G. *Pleurosaurus*, Meyer, du même lieu.

G. *Steneosaurus*, Geoffroy, dont les narines sont supérieures, et dont une espèce est de l'étage kimméridgien d'Honfleur et du Havre.

G. *Pelagosaurus*, Bronn, de l'étage toarcien de Boll.

G. *Succhosaurus*, Owen. Il avait les dents grêles et aiguës, comprimées latéralement, légèrement recourbées, à rebord tranchant en avant et en arrière, marquées de quelques stries longitudinales. L'espèce connue est de l'étage crétacé néocomien de Tilgate (Angleterre).

G. *Goniopholis*, Owen, qui avait les dents cylindriques, lisses, en cônes très-surbaissés, analogues à celles du crocodile, mais s'en distinguant aisément par des raies profondes et étroites correspondant à autant de côtes très-saillantes disposées longitudinalement. Les vertèbres biconcaves présentent une cavité médullaire irrégulière à leur centre. Les écussons qui recouvraient le corps de l'animal présentaient jusqu'à six pouces (anglais) de longueur et deux et demi de largeur ; leur forme était anguleuse. L'espèce connue est de l'étage néocomien d'Angleterre.

G. *Phytosaurus*, Jæger, dont on connaît deux espèces de l'étage triasique salifèrien, d'Altemburg, près de Tubingue.

G. *Pœcilopleuron*, Deslongchamps, de l'étage bathonien de Caen.

Les genres qui suivent ont les vertèbres convexes antérieurement et concaves en arrière, comme chez les *Crocodilus* actuels.

G. *Streptospondylus*, Meyer, une espèce de l'étage kimméridgien du Havre, l'autre de l'étage néocomien d'Angleterre.

G. *Cetiosaurus*, Owen. Caractérisés par leurs os spongieux, et l'absence de cavité médullaire dans les os longs. Des quatre espèces, l'une était de l'étage portlandien, les autres de l'étage crétacé néocomien. Ces reptiles égalaient en grosseur les plus grandes baleines actuelles.

Le seul genre encore vivant de cette série, le G. *Crocodilus*, Brongniart. En dehors de deux espèces indiquées seulement, l'une à Meudon, l'autre dans le New-Jersey, dans l'étage crétacé sénonien, les autres sont réparties dans les étages tertiaires, suessonien d'Auteuil et de Provence, parisien d'Angleterre, de France, Paris et Blaye, et l'étage falunien de l'Himalaya.

Nous connnaissons encore une belle espèce d'*Alligator* de l'étage parisien de l'île Wight en Angleterre (*fig.* 102).

§ 270. 2e famille : MEGALOSAURINIDÆ. Elle ne se compose que de genres éteints gigantesques. Les os de leurs membres sont longs et pourvus d'un

canal médullaire, et le sacrum formé de cinq vertèbres soudées. On y rapporte trois genres :

G. *Megalosaurus*, Buckland. La tête se termine en avant par un museau droit, mince et comprimé latéralement, comme celui du dau-

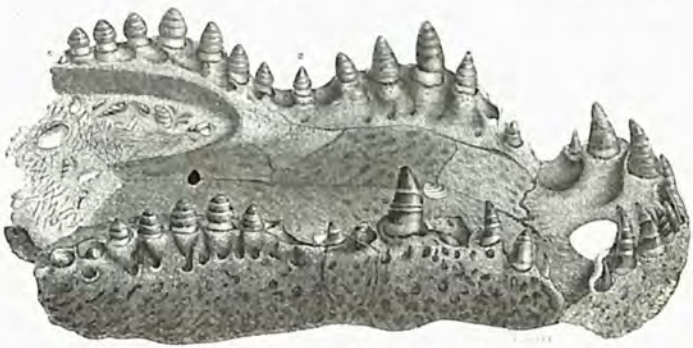


Fig. 102. Alligator (de l'île de Wight).

phin du Gange. Les dents ont une couronne conique, comprimée latéralement, avec la pointe courbe et les bords tranchants et finement dentelés. Le mode d'implantation de ces dents est remarquable, et forme

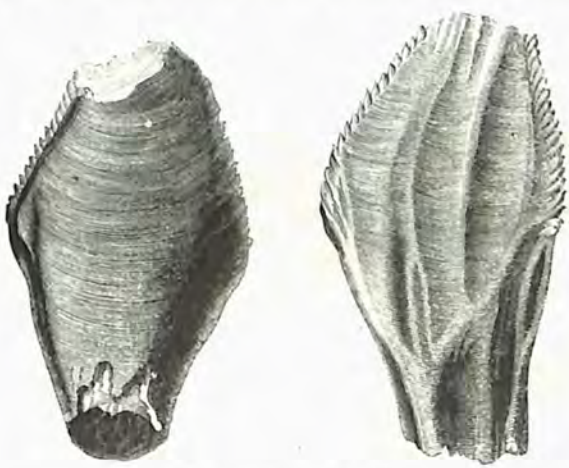


Fig. 103. Iguanodon Mantelli.

véritablement un passage de la dentition des crocodiles à celle des la-

certiens. La mâchoire porte un parapet extérieur, comme dans les lézards, mais les dents sont fixées contre ce parapet dans des alvéoles séparées, formées par des cloisons transverses. Ces animaux étaient probablement riverains. On cite des *Megalosaurus* dans l'étage bathonien d'Angleterre et de Caen, et dans l'étage néocomien.

G. *Hylæosaurus*, Mantell, de l'étage néocomien d'Angleterre.

G. *Iguanodon*, Mantell. Les dents ne sont point implantées dans des alvéoles distincts, mais fixés à la face interne de l'os de la mâchoire, et soudés par un des côtés de leur racine; une corne osseuse surmonte le museau. Cet animal gigantesque, massif et lourd, paraît avoir été herbivore. L'espèce connue est de l'étage néocomien d'Angleterre (*fig.* 103).

§ 271. 3e famille : LACERTINIDÆ, plus ou moins voisine des lézards (*Lacerta*). On sait que, dans la nature vivante, les lacertiens sont de fort petite taille; or les genres fossiles que l'on a cru devoir rapporter à ce groupe ont, au contraire, la plupart des dimensions colossales. On connaît, dans cette famille, un grand nombre de genres perdus.

G. *Protorosaurus*, Meyer. Les deux espèces connues sont de l'étage permien de Tubingen.

G. *Thecodontosaurus*, Reley et Stuchbury, du nouveau grès rouge de Bristol (Angleterre).

G. *Palæosaurus*, Reley et Stuchbury, de Bristol, même étage.

G. *Cladyodon*, Owen, du même étage de Warwick (Angleterre).

G. *Mosasaurus*, Conybeare; caractérisé par les dents larges que sup-

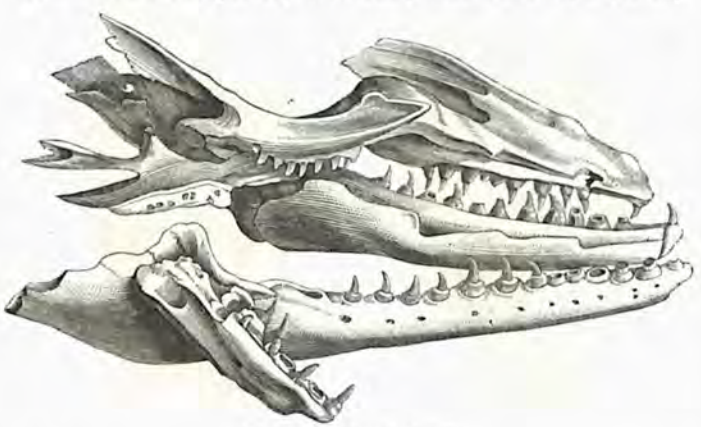


Fig. 104. Mosasaurus Camperi.

portent des espèces d'expansions ou prolongements coniques qui partent

du bord de la mâchoire. La couronne de la dent est conique et recourbée, avec sa face extérieure presque plate; et cette face est bordée, de chaque côté, par une côte longitudinale, ce qui donne à la dent quelque chose de la forme pyramidale. Il paraît avoir eu les pieds palmés. On conserve, au Muséum de Paris, un magnifique échantillon de tête recueilli à Maestricht, dans l'étage crétacé sénonien (*fig.* 104); cet échantillon a 1 mètre 30 centimètres de longueur. On en connaît d'autres traces dans le même âge géologique de Virginie aux États-Unis, et dans l'étage danien de Paris.

G. *Geosaurus*, Cuvier, de l'étage jurassique oxfordien de Solenhofen.

G. *Leiodon*, Owen, de l'étage sénonien de Norfolk.

G. *Raphiosaurus*, Owen. Peut-être de l'étage cénomanien.

G. *Rhynchosaurus*, Owen. Ce genre était petit, mais bien singulier. Le crâne offre l'apparence générale de celui des oiseaux ou des tortues, plutôt que celui des lézards; en effet, les os intermaxillaires, très-longs, se recourbent en bas, donnant ainsi à la partie antérieure du crâne le profil d'un perroquet. Il n'y a pas de dents apparentes, mais seulement de faibles dentelures à la mâchoire supérieure; rien de semblable ne s'observe à la mâchoire inférieure. Ce reptile aurait-il eu, comme le fait remarquer Owen, les mâchoires renfermées dans un fourreau osseux? L'espèce connue paraît être du nouveau grès rouge de Grinshill, Angleterre.

Les autres genres indiqués n'offrent pas toujours certitude, soit dans leurs caractères zoologiques, soit dans leur âge géologique. Nous nous abstiendrons d'en parler.

§ 272. 4e famille : Ichthyosauridæ. Cette famille singulière qui s'éloigne encore plus des autres, et qui semble faire le passage des reptiles aux cétacés, renferme les genres suivants :

G. *Ichthyosaurus*, Kœnig. Ces animaux ont le museau et l'aspect général d'un marsouin, la tête d'un lézard, les dents d'un crocodile, les vertèbres d'un poisson, le sternum d'un ornithorhynque et les nageoires d'une baleine (Voy. *fig.* 105). L'énorme volume de l'œil était une des particularités les plus remarquables de l'organisation des ichthyosaures. Les cavités orbitaires, dans une espèce particulière, l'*Icth. platyodon* ont présenté jusqu'à 38 centimètres de diamètre. La grande quantité de lumière que ces organes pouvaient admettre par suite de ce diamètre extraordinaire, devait leur donner une puissance de vision remarquable. D'un autre côté, l'œil était protégé par un cercle de plaques osseuses qui rappellent ce qu'on observe encore de nos jours dans les oiseaux, les tortues et quelques sauriens. L'office de ces plaques osseuses était, sans doute, comme pour ceux-ci, de repousser en avant la cornée transparente, ou de la ramener en arrière, de manière à diminuer ou à augmenter son rayon, et ainsi, apercevoir les objets à de petites ou à de grandes distances. Des

plaques dermales couvraient le corps. D'après leur forme générale, les ichthyosaures étaient des reptiles essentiellement aquatiques, carnas-

Fig. 105. Ichthyosaurus communis.

siers. Le nombre et la force de leurs dents en faisaient des animaux d'autant plus redoutables, qu'à l'aide de leurs rames puissantes, ils étaient plus agiles. D'après la forme des coprolites qu'on rencontre abondamment dans la plupart des gisements d'ichthyosaures, il est à présumer que leur canal intestinal était contourné en spirale comme dans certains poissons.

On connaît une espèce des terrains triasiques, étage conchylien de Lunéville; dans les terrains jurassiques, il paraît que des espèces ont paru dans l'étage sinémurien de France. Le maximum de développement du genre a eu lieu dans l'étage liasien; quelques espèces sont encore de l'étage toarcien de Whitby et de Boll, et une de l'étage callovien d'Angleterre et de France.

G. *Plesiosaurus*, Conybeare. Il a la tête d'un lézard, les dents d'un crocodile, un cou d'une longueur énorme, qui ressemble au corps d'un serpent, un tronc et une queue dont les proportions sont celles d'un quadrupède ordinaire, les côtes d'un caméléon, les nageoires d'une baleine (Voy. *fig.* 106). Comme l'a dit un éloquent auteur, le plésiosaure pourrait être, en quelque sorte, comparé à un serpent caché dans la carapace d'une tortue; son col a jusqu'à trente-

Fig. 106. Plesiosaurus dolichodeirus.

trois vertèbres, tandis que les autres reptiles n'en ont que de trois à

huit. D'après l'ensemble des caractères du squelette, M. Conybeare arrive aux conclusions suivantes, relativement aux habitudes du plésiosaure. C'était un animal aquatique marin. La longueur de son col, qui était un obstacle à la rapidité de ses mouvements, lui servait admirablement pour saisir sa proie; car il n'avait, sans bouger de place, qu'à lancer sa tête sur le poisson imprudent qui s'approchait de lui. Les premières espèces de ce genre sont des terrains triasiques, étage conchylien; leur maximum de développement spécifique est dans les terrains jurassiques de l'étage liasien ; deux espèces paraissent être de l'étage toarcien, trois de l'étage callovien de Kelloway, deux de l'étage kimméridgien. Les espèces indiquées dans l'étage crétacé sénonien de New-Jersey de l'Amérique septentrionale, ne sont pas encore bien certaines.

On a encore indiqué plusieurs genres beaucoup moins connus, ce sont : G. *Pliosaurus*, Owen, intermédiaire entre les *Ichthyosaurus* et les *Plesiosaurus*. On en connait deux espèces, l'une de l'étage oxfordien, l'autre de l'étage kimméridgien.

G. *Nothosaurus*, Munster. On compte sept espèces, peut-être une de l'étage dévonien, une autre de l'étage permien ; les dernières de l'étage conchylien de Bayreuth.

G. *Diacosaurus*, Munster. Une seule espèce de l'étage conchylien est connue.

G. *Conchiosaurus*, Meyer, de l'étage conchylien.

G. *Spondylosaurus*, Fischer, deux espèces de l'étage oxfordien de Moscou.

G. *Simosaurus*, Meyer, deux espèces de l'étage conchylien de Lunéville.

G. *Pistosaurus*, Meyer, de l'étage conchylien.

§ 273. 5e famille : Pterodactylidæ. Cette famille singulière offre à la fois des rapports de forme entre les reptiles et les chauves-souris. Elle renferme le seul genre *Pterodactylus*, Cuvier. La longueur du col et la forme de la tête de ce genre le font ressembler aux oiseaux ; le tronc et la queue sont ceux des mammifères ordinaires ; les dents nombreuses et pointues dont son bec est armé appartiennent aux reptiles; enfin, ses organes de locomotion sont conformés pour le vol et présentent les plus grands rapports par les proportions et la forme avec les ailes des chauves-souris ; ainsi, tandis que les reptiles actuels ne se meuvent pas ailleurs que sur terre ou dans les eaux, les ptérodactyles offrent un type unique de locomotion aérienne, de sorte que dans les premiers temps de la découverte de ces animaux si singuliers, les opinions des zoologistes furent pendant quelque temps partagées sur leurs véritables affinités vers telle ou telle classe. Il appartenait au génie de Cu-

vier de résoudre la question et de prouver que le ptérodactyle, quelles que fussent ses anomalies d'organisation, devait être rangé dans la classe des reptiles (Voy. *fig.* 107). Les espèces variaient, de la taille d'une bécassine à celle d'un cormoran. Suivant Cuvier, ils pouvaient ramper, s'accrocher, grimper; peut-être se tenaient-ils debout comme les oiseaux; ils paraissent avoir été insectivores et peut-être nocturnes. On connaît de ce singulier genre, *dix-*

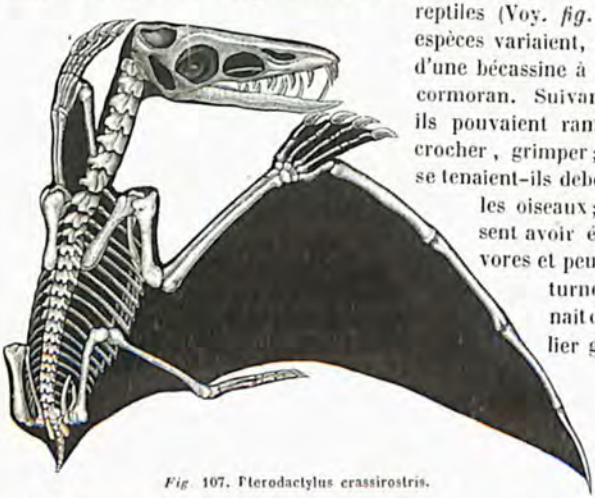


Fig. 107. Pterodactylus crassirostris.

sept espèces ainsi réparties dans les terrains jurassiques : *une* dans l'étage liasien de Lyme-Regis et de Banz, *une* dans l'étage bathonien de Stonesfield, *quatorze* dans l'étage oxfordien de Solenhofen, et une dans l'étage crétacé néocomien de Tilgate.

Fig. 108. Mastodonsaurus Jægeri.

§ 274. 6e famille : LABYRINTHODONTIDÆ, caractérisée par des plaques cornées à la surface, le crâne rugueux, de grandes dents coniques légèrement recourbées, implantées dans les alvéoles, comme chez les sau-

rieus; par des condyles occipitaux, que portent des os occipitaux latéraux, comme chez les batraciens. La composition microscopique des dents est surtout remarquable par les lames osseuses compliquées et sinueuses longitudinales qui ont valu son nom à la famille. Tous les genres sont perdus; quelques-uns étaient d'une grande taille.

G. *Labyrinthodon*, Owen, dont on connaît cinq espèces de l'étage conchylien, ou nouveau grès rouge d'Angleterre.

G. *Mastodonsaurus*, Meyer, dont une espèce est de l'étage conchylien, et deux de l'étage salifèrien ou keuper d'Allemagne (voy. *fig.* 108).

G. *Capitosaurus*, Meyer, de l'étage salifèrien d'Allemagne.

G. *Metopias*, Meyer, du même étage.

§ 275. 3e ordre : Ophidiens ou *Serpents*. Cet ordre est nettement caractérisé par la forme du squelette, extrêmement allongé, dépourvu d'os des membres, composé de vertèbres et de côtes nombreuses, etc. Nous n'insisterons pas sur les détails de ce squelette, d'autant plus que les débris d'ophidiens sont rares dans la nature fossile.

L'ordre n'est représenté à l'état fossile que par un genre perdu, le G. *Palæophis*, Owen, dont une espèce se trouve dans l'étage parisien de

Fig. 109. Palæopas tolihipicus.

Sheppy, une autre dans l'étage falunien de Suffolk; dès lors toutes deux des terrains tertiaires d'Angleterre (*fig.* 109).

Les genres encore existants ne sont pas plus nombreux. On a rapporté au genre *Crotalus* deux espèces de l'étage parisien de Belgique ; au genre *Coluber*, une espèce de l'étage falunien, et quatre de l'étage subapennin ; au genre *Ophis*, une espèce de l'étage subapennin.

§ 276. 4e ordre : Batraciens. Cette division que les caractères zoologiques séparent entièrement des autres reptiles par les métamorphoses que subit l'âge embryonnaire, se distingue encore par les caractères ostéologiques les plus tranchés. La tête est plate, les côtes manquent généralement ou sont rudimentaires, les membres antérieurs sont souvent plus courts que les postérieurs ; les dents, lorsqu'elles existent, sont petites, aiguës, similaires ; etc. La présence ou le manque de queue a fait diviser cet ordre en deux familles.

§ 277. 1re famille : Ranidæ, composée des batraciens sans queue à

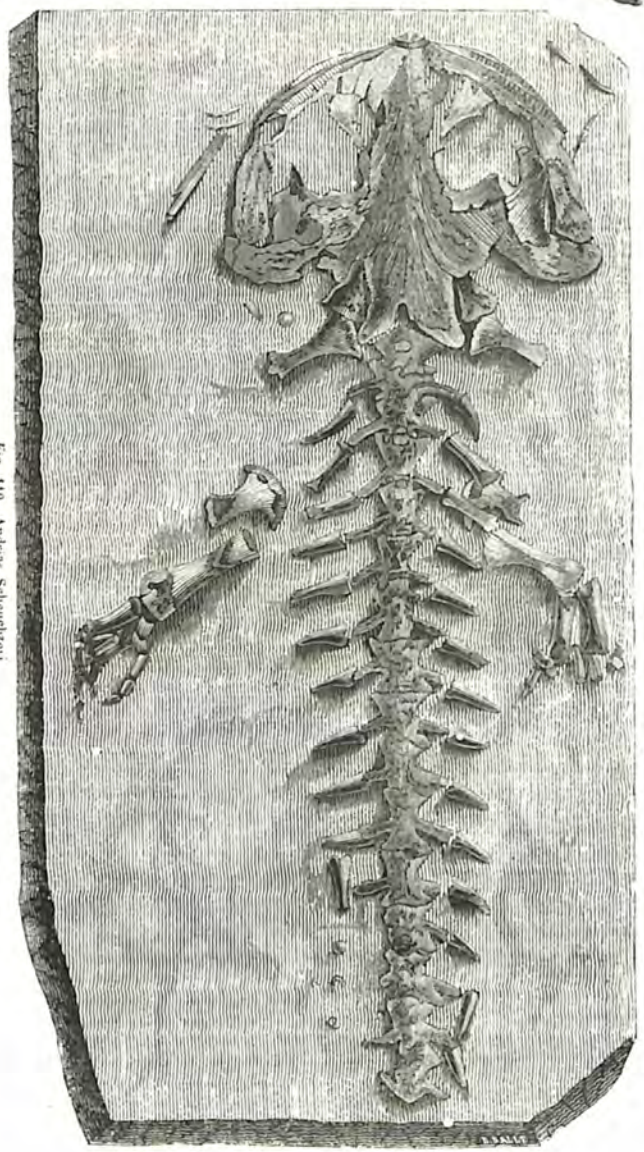


Fig. 110. Andrias Scheuchzeri

l'âge adulte, voisins des grenouilles. On rapporte à cette division les genres perdus *Palæobatrachus*, Tschudi, dont on connaît une espèce de l'étage subapennin du Siebengebirge.

G. *Palæophrynos*, Tschudi, de l'étage subapennin d'Œningen.

G. *Palæophilus*, Tschudi, du même étage.

On rapporte encore au genre actuellement vivant des *Rana*, des restes fossiles de l'étage falunien de Weisenau, de Sansan, et trois espèces de l'étage subapennin.

§ 278. 2e famille: SALAMANDRIDÆ, composée des genres toujours pourvus d'une queue, voisins de la salamandre. On a décrit comme genre éteint, le genre *Andrias*, Tschudi, fondé sur la fameuse *salamandre gigantesque* des schistes de l'étage subapennin d'Œningen, qu'un naturaliste allemand d'une grande réputation, Scheuchtzer, a décrit sous le nom de *Homo diluvii testis*, pensant reconnaître dans ce fossile un squelette humain. Depuis, Cuvier, le premier, démontra l'erreur dans laquelle était tombé Scheuchtzer. La taille de cette espèce est d'un mètre 50 centimètres de long (Voy. *fig.* 110).

Les genres encore existants rencontrés fossiles sont le G. *Salamandra*, dont on a trouvé des ossements dans les étages falunien et subapennin. Le G. *Triton*, de l'étage falunien de Sansan et subapennin.

Résumé Paléontologique sur les Reptiles.

§ 279. **Comparaison générale.** Nos tableaux nos 1 et 2 qui contiennent les mammifères et les oiseaux, comparés à notre tableau no 3 (1) de la répartition chronologique des reptiles à la surface de la terre, montrent des résultats bien différents. Ici, depuis leur première apparition sur le globe à la fin des terrains paléozoïques, les reptiles occupent presque tous les étages géologiques, sans montrer néanmoins de progression croissante régulière de formes; car les genres qui, à tous les étages, restent en arrière et s'éteignent dans les âges passés, sont trois fois plus nombreux que ceux qui arrivent à l'époque actuelle. Ainsi, chez ces derniers, c'est pour ainsi dire, un remplacement successif de formes animales dont les unes éphémères, les autres plus persistantes, durent plus ou moins, mais font place les unes aux autres, depuis les époques anciennes jusqu'à nos jours. Si, sans préjuger des généralités qui vont suivre, nous cherchons quelle peut être la cause de cette répartition différente, entre les mammifères, les oiseaux et les reptiles, nous croirons la trouver dans un seul

(1) En comparant les différents ouvrages, nous avons tâché de faire disparaître les doubles emplois de genres; néanmoins, nous ne pouvons pas répondre de ceux qui pourraient résulter de l'ouvrage, très-bon d'ailleurs, du docteur Giebel, où nous avons dû puiser beaucoup de nos renseignements.

fait qui tient à l'organisation. En effet, comment vivent aujourd'hui tous les genres de reptiles fossiles que nous voyons arriver jusqu'à l'époque actuelle? D'après l'observation directe, nous savons qu'à l'exception des *Chelonia*, ils sont tous terrestres, ou des eaux douces, et qu'ils respirent l'air en nature, comme les oiseaux et les mammifères. Si nous nous posons la même question pour les genres de reptiles perdus antérieurs aux terrains tertiaires, nous verrons au contraire, par les gisements où ils ont été trouvés, qu'ils sont tous des mers, ou du littoral maritime. Nous insistons sur ce fait qui, nous le croyons, est la cause de la différence de répartition générale qui existe entre les reptiles et les vertébrés supérieurs, puisque nous la trouvons marquée dans toutes les séries animales qui contiennent à la fois des êtres marins, et des êtres terrestres ou fluviatiles.

§ 280. **Comparaison des ordres entre eux.** Pour nous assurer si les diverses séries des reptiles sont réparties d'une manière uniforme, nous allons les comparer entre elles, en commençant par les plus anciennes.

Les *Sauriens*, représentés aujourd'hui par les crocodiles et par les lézards, sont les premiers reptiles qui aient paru à la surface de la terre avec l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques; ils sont plus nombreux dans les terrains triasiques; ont eu leur maximum de développement dans les terrains jurassiques; ont diminué ensuite de nombre avec les terrains crétacés, pour ne plus montrer qu'un seul genre dans les terrains tertiaires. Nous pouvons donc dire que cette série est dans une période décroissante, depuis les terrains jurassiques jusqu'à l'époque actuelle; car on ne peut comparer les crocodiles, les iguanes, et les autres reptiles terrestres de notre époque à ces énormes sauriens, qui couvraient le littoral maritime des anciens continents, à ces géants aquatiques qui à l'époque des terrains jurassiques, pouvaient rivaliser, dans les mers, avec nos énormes cétacés. En descendant jusqu'aux familles si différentes les unes des autres dans cet ordre, nous trouverons encore des résultats plus curieux : puisque, sur six familles, quatre tout entières ont cessé d'exister et ne montrent plus aujourd'hui un seul représentant. Nous verrons, par exemple, les *Megalosauridæ*, animaux riverains de grande taille, commencer avec les terrains jurassiques et s'éteindre avec les terrains crétacés inférieurs; les *Labyrinthidæ*, grands animaux également riverains, intermédiaires entre les sauriens et les batraciens, être spéciaux aux terrains triasiques; les *Ichthyosauridæ*, autres reptiles essentiellement nageurs et conformés pour vivre dans les mers, comme les cetacés avec lesquels ils pourraient rivaliser de taille, commencer avec l'étage conchylien et ne pas s'élever au-dessus des terrains jurassiques; enfin les *Pterodactylidæ*, plus étranges encore par leur conformation, puisque d'un côté ils étaient propres au vol, tandis que leur gisement

les indique pourtant comme des animaux littoraux des mers, paraitre avec les terrains jurassiques, sans franchir l'étage le plus inférieur des terrains crétacés.

Les *Chéloniens* ou *tortues* semblent avoir laissé des empreintes physiologiques de pas avec l'étage conchylien, et l'on peut dire que les genres ont suivi une progression croissante, en traversant tous les étages jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont au maximum de leur développement de formes génériques. On doit encore faire remarquer ici, que les tortues antérieures aux terrains crétacés se trouvent dans des couches purement marines, ce qui porterait à croire qu'elles habitaient le littoral des mers anciennes, bien que souvent les genres auxquels on les rapporte aujourd'hui soient seulement des eaux douces.

Les *Ophidiens* ou *serpents* montrent une distribution tout à fait distincte des ordres précédents et analogue à la distribution générale des animaux purement terrestres, comme l'ensemble des mammifères et des oiseaux. En effet, ils se montrent, pour la première fois, avec les terrains tertiaires de l'étage parisien, et vont en augmentant de nombre jusqu'à l'époque actuelle où ils montrent le maximum de leurs genres. Ils sont, dès lors, en voie croissante de développement de formes.

Les *Batraciens* ou *grenouilles* suivent la même répartition que les ophidiens ; leurs premiers genres naissent avec l'étage falunien des terrains tertiaires, augmentent de nombre jusqu'à nos jours, où ils sont aujourd'hui à leur maximum. Ces animaux sont donc également en voie croissante de développement. Tous sont terrestres ou des eaux douces.

La comparaison que nous venons d'établir prouve que les sauriens sont dans une période décroissante de développement de forme zoologique ; tandis que les chéloniens, les ophidiens et les batraciens sont, au contraire, dans une voie croissante. Qu'en conclure relativement à la loi de perfectionnement des êtres ? c'est qu'il y a ici une grave exception ; car les sauriens que nous avons vu appartenir à ce grandiose de l'animalisation des terrains triasiques et jurassiques, ne peuvent être placés, dans l'ordre de perfection des êtres, après les trois séries qui sont encore en progression croissante. S'il pouvait, du reste, exister quelques doutes sur la non-généralité de cette prétendue perfection successive des êtres, en suivant l'ordre chronologique de leur apparition à la surface du globe, elle serait au moins prouvée par l'étude comparative de l'instant d'apparition des ordres des reptiles. Le plus ancien de tous est l'ordre des sauriens, qui apparait avec la fin des terrains paléozoïques. L'ordre des chéloniens se montre, pour ainsi dire, en même temps, quand nous voyons les premiers ophidiens et batraciens ne se montrer que *vingt-un étages* plus tard, dans les terrains tertiaires. Personne assurément ne pourra, dans l'ordre de perfection croissante, placer

avant les sauriens et les chéloniens les ophidiens, toujours sans membres pour la locomotion, ou les batraciens, qui subissent des métamorphoses dans le jeune âge. Il résultera de ce fait sans réplique que les reptiles, au lieu de marcher vers le perfectionnement en partant de leur époque contemporative d'apparition sur le globe, ont, au contraire, marché des plus complets aux plus incomplets dans cet ordre chronologique, et sont, dès lors, en opposition complète avec la loi du perfectionnement.

§ 281. **Déductions zoologiques générales.** (Voyez le tableau n° 3.) Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux ordres, les genres de reptiles mènent à des conclusions différentes. Nous les voyons, par exemple, pour la première fois, avec l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques, où ils montrent *une* forme générique. Ils en montrent *dix-huit* dans les terrains triasiques, *vingt-sept* dans les terrains jurassiques, *seize* dans les terrains crétacés et *vingt-trois* dans les terrains tertiaires. On voit, dès lors, que, n'ayant égard qu'aux genres fossiles, le maximum de développement serait à l'époque des terrains jurassiques ; mais, si nous y comparons le nombre assez considérable de genres admis dans les reptiles encore existants, nous serons obligé, comme pour les mammifères et les oiseaux, de trouver que les reptiles, considérés dans leur ensemble numérique de genre, depuis leur première apparition sur le globe jusqu'à nos jours, ont encore marché dans une progression croissante.

§ 282. **Déductions climatologiques comparées.** Ce que nous pouvons dire des reptiles est tout à fait en rapport avec ce que nous avons observé chez les mammifères (§ 242). Les crocodiles, les boas, les crotales, sont aujourd'hui des régions tropicales très-chaudes des continents actuels ; on doit donc croire, que lorsque les crocodiles, les *caïmans*, les *Palæopis*, si voisins des boas, vivaient dans les étages suessonien et parisien, à Paris et à Londres, jusqu'au 50° de latitude nord ; que, lorsque les crotales existaient en Belgique vers la même époque, ces régions, aujourd'hui tempérées, devaient avoir la même température que la zone torride.

§ 283. **Déductions géographiques.** Encore ici quelques données qui viennent prouver que la distribution géographique actuelle est spéciale à notre époque, et tout à fait en dehors de la répartition des êtres dans les étages géologiques (§ 243). Les crotales, les *alligators*, sont aujourd'hui spéciaux à l'Amérique, tandis qu'on en connaît des espèces fossiles en Angleterre et en Belgique. Nous pourrions encore citer plusieurs autres faits semblables, même parmi les reptiles.

§ 284. **Déductions géologiques tirées des genres.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont on ne peut plus tranchés pour

les reptiles ; en effet, comme aucun des 67 genres fossiles de notre tableau n° 3 n'occupe tous les étages, et qu'ils sont, au contraire, tous limités dans une plus ou moins large série d'étages, ils peuvent être appliqués, comme caractères négatifs, pour les terrains et les étages, soit supérieurs, soit inférieurs, où ils ne se sont pas encore rencontrés, ainsi que l'indique le tableau. Les 67 genres peuvent servir de caractères négatifs pour les trois étages inférieurs, silurien, dévonien et carbonifère, des terrains paleozoïques, etc., etc.

Les *caractères stratigraphiques positifs* (§ 245) sont également marqués par tous les genres de reptiles, suivant l'extension qu'ils occupent dans les âges géologiques ; ils le sont d'autant plus que : sur les 67 genres, 54 n'arrivant pas à l'époque actuelle, sont perdus, relativement aux faunes postérieures et à la faune d'aujourd'hui ; et que l'on compte sur le total, 39 genres, ou plus de la moitié, qui jusqu'à présent sont circonscrits dans un seul étage géologique.

La *persistance des caractères positifs* (§ 246) est également très-marquée chez les reptiles, comme on peut le voir pour les genres *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus*, *Chelonia*, *Crocodilus*, etc., etc. Il en est de même des déductions géologiques tirées des espèces (§ 247) : c'est que les 276 espèces fossiles connues paraissent être propres à l'étage où elles ont vécu et qu'elles peuvent, dès lors, être considérées comme autant de formes caractéristiques.

CLASSE DES POISSONS.

§ 285. Les poissons vivant essentiellement dans l'eau, où ils respirent au moyen de branchies, comme les mammifères respirent l'air en nature au moyen de poumons, sont conformés de manière à y vivre avec autant de liberté que les animaux terrestres à la surface des continents. Ils n'ont plus de membres distincts, mais bien des organes de natation. Leur corps est tout d'une venue, afin d'offrir moins de résistance à l'élément aqueux. Leur tête, aussi épaisse que le tronc, n'en est pas séparée par un rétrécissement semblable à ce que l'on nomme le cou chez les autres vertébrés, et la queue, par sa grosseur à sa base, ne se distingue pas du reste du corps. Les poissons sont munis de *nageoires*, c'est-à-dire d'organes particuliers propres à imprimer et à diriger les mouvements dans l'eau ; ces nageoires sont placées, les unes sur le dos ou sur la ligne médiane abdominale ou à l'extrémité postérieure du corps, elles sont impaires : ce sont les nageoires dites *dorsales*, *anales*, *caudales* (Voy. *fig.* 111). Les autres sont disposées sur les côtés du corps et par paires ; elles représentent les membres des vertébrés supérieurs : ce sont les nageoires *pectorales* et *abdominales*. Les nageoires consistent presque toujours en un repli de la peau soutenu par des tiges osseuses ou carti-

lagineuses que l'on nomme *rayons* et qui s'articulent soit à la colonne vertébrale, soit aux os des extrémités antérieures et postérieures. Le

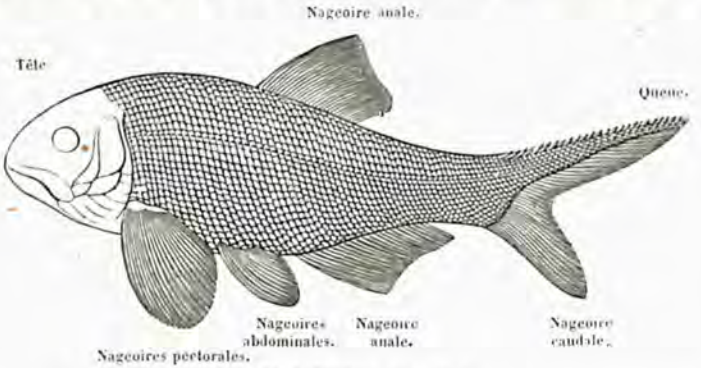


Fig. 111. Amblypterus macropterus.

corps est généralement couvert d'écailles ; quelquefois ces écailles ont la forme de grains rudes ; d'autres fois, ce sont des tubercules assez gros, ou des plaques d'une épaisseur considérable ; mais, en général, elles prennent l'aspect de lamelles fort minces, se recouvrant les unes les autres comme des tuiles et enchâssées dans le derme. On peut les comparer aux ongles des autres animaux vertébrés ; mais nous avons vu, au commencement de cet ouvrage, qu'elles contiennent beaucoup plus de sels calcaires. Le squelette des poissons est tantôt osseux, tantôt cartilagineux ; il en est même où cette charpente est simplement membraneuse. Les os ne présentent jamais ce canal médullaire, qu'on trouve au contraire, chez la plupart des vertébrés terrestres. La tête des poissons se compose d'un grand nombre d'os d'une disposition très-compliquée et qu'il n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage de décrire en détail. A la tête est joint un appareil hyoïdien également très-compliqué. La colonne vertébrale, qui fait suite à la tête, ne présente que deux portions distinctes, l'une dorsale et l'autre caudale ; il n'y a ni cou, ni sacrum. Le corps des vertèbres a une forme particulière : il est creusé en avant et en arrière de deux cavités coniques, qui, quelquefois, se rejoignent pour constituer un tronc. Il n'y a pas de sternum. Les côtes manquent quelquefois ; d'autres fois elles ceignent tout l'abdomen ; souvent elles portent un ou deux stylets, qui se dirigent en dehors ; souvent aussi des stylets semblables partent du corps des vertèbres : on les désigne vulgairement, les uns et les autres, sous le nom d'*arêtes*. Enfin, on trouve encore, sur la ligne médiane du corps, un certain nombre d'os pointus appelés *inter-épineux*, qui, en général, s'appuient d'un côté contre le bout

des apophyses épineuses des vertèbres, et de l'autre s'articulent avec les rayons des nageoires médianes.

§ 286. Les *Poissons* fossiles sont à eux seuls infiniment plus nombreux que tous les autres animaux vertébrés réunis. Ils se rencontrent aussi dans presque tous les âges géologiques, depuis la première animalisation du globe jusqu'à nos jours ; mais, si les poissons osseux sont répandus partout, la nature moins favorable à la fossilisation de la charpente osseuse des poissons cartilagineux, rend ces derniers infiniment plus rares. Les poissons osseux montrent souvent des squelettes complets, dont les os ont conservé leurs rapports de position naturelle, et dont le corps est quelquefois revêtu de ses écailles. On rencontre encore des os séparés, des têtes osseuses ; mais les parties qui résistent le plus à la destruction chez les poissons fossiles, sont les dents et les osselets intérieurs de la tête, qui se montrent même dans les couches où les os ont disparu.

Les poissons cartilagineux laissent quelquefois des empreintes totales ; mais le plus souvent, on ne rencontre plus que leurs dents ou leurs plaques osseuses extérieures, pour démontrer leur passage dans les faunes perdues.

Les *empreintes physiologiques* des poissons paraissent représentées dans le comté de Glocester (Angleterre), par une sorte de sillon allongé, qu'a creusé ce poisson nageant, et par des traces de poissons fouillant la boue. On cite à Mostyn, dans le comté de Flint (Angleterre), des traces laissées par des poissons marcheurs voisins des siluroïdes. On a cité encore, plusieurs fois, la découverte de coprolites, appartenant à des poissons. Le plus souvent, ces restes fossiles sont marqués sur les couches composées de sédiments très-fins, par un amas de fragments à moitié dénaturés d'os de poissons, ou de débris de coquilles.

Cuvier, en partant de la composition du squelette, a divisé les poissons vivants en deux grandes séries, les *Chondroptérygiens* ou *poissons cartilagineux*, et les *Acanthoptérygiens* ou *poissons osseux*. Il subdivise encore cette dernière série en six ordres, basés sur la composition et sur la place qu'occupent les rayons des nageoires. Ces divisions des poissons vivants n'ont pas paru suffisantes, ou tout au moins applicables, dans tous les cas, aux poissons fossiles ; aussi différents auteurs ont-ils proposé des classifications particulières. M. Agassiz, entre autres, dont les savants travaux ont si puissamment contribué à faire avancer l'histoire des poissons fossiles, a imaginé une classification fondée principalement sur la nature des écailles, leur structure, leur forme et leur disposition. Bien que les écailles soient, en effet, de tous les organes des poissons ceux qu'on rencontre le plus communément à l'état fossile, ceux qui présentent le meilleur état de conservation, et ceux enfin dont les caractères distincts sont les plus faciles à saisir, nous n'aurions pu leur accorder une aussi grande valeur.

s'il n'avait réellement existé une corrélation nécessaire entre la nature, la forme, la disposition des écailles et celles de tous les autres organes des poissons, de telle sorte que déterminer les premiers c'est reconnaître implicitement tous les autres. Nous adoptons donc les principes de la classification de M. Agassiz, tout en y apportant quelques modifications que l'ensemble comparatif des autres séries animales nous amène à faire. Ainsi nous aurons cinq ordres au lieu de quatre ; et nous donnerons aux familles une terminaison euphonique, uniforme avec les autres parties de la Paléontologie. Pour le reste, nous suivrons, presque en tous points, le savant paléontologiste suisse, dans ses divisions de familles.

Les quatre premiers ordres sont composés de poissons symétriques dans toutes leurs parties.

1er Ordre : CHONDROPTÉRYGIENS, Cuvier, ou PLACOÏDES, Agassiz.

§ 287. D'après les importantes observations de M. Duvernoy, nous ne balançons pas à placer, comme les plus parfaits des poissons, et les plus rapprochés des reptiles, les *placoïdes* de M. Agassiz. En effet, cette division, tout en n'ayant pas le squelette osseux, n'en offre pas moins des caractères physiologiques bien plus élevés. Dussions-nous ne citer que celui de renfermer des animaux vivipares, c'en serait assez pour les séparer des autres poissons voisins des carpes et des brochets.

Les *Placoïdes* (larges plaques), ont la peau nue, tantôt recouverte irrégulièrement de plaques d'émail, d'une largeur quelquefois très-grande ; tantôt enfin incrustée de petits corps osseux qui la rendent dure et âpre au toucher, comme, par exemple, le *chagrin* des squales, les tubercules des raies (*fig.* 112), etc. On a rencontré à l'état fossile, les dents, les rayons, les vertèbres et les plaques tégumentaires des placoïdes, et l'on a formé des genres de ces diverses parties. Les dents observées dans les genres vivants sont variables, suivant qu'elles occupent le palais ou la mâchoire ; suivant qu'elles sont latérales ou médianes à cette mâchoire ; ainsi ces organes isolés n'offrent pas toujours des caractères génériques certains. Il est un autre doute qui peut exister encore sur les rapports qui lient les dents aux nageoires, aux vertèbres, et surtout aux plaques extérieures qui varient également de forme suivant la place qu'elles occupent sur le corps et les espèces d'un genre. Ainsi, aucune certitude ne pouvant exister pour ramener ces organes divers, qui ont servi séparément à établir des genres, aux êtres dont ils dépendent, on doit croire qu'un grand nombre des genres établis ne sont encore que provisoires, et forment, certainement, des doubles emplois les uns avec les autres. Cette circonstance, jointe au manque de place pour énumérer et pour caractériser con-

Fig. 112. Tubercule cutané d'une raie.

vera nécessairement le nombre considérable des genres établis par M. Agassiz, nous forcera à ne donner ici que l'indication des familles, et de la distribution géologique des genres qu'elles renferment.

M. Agassiz a décrit avec l'ordre des placoïdes des parties isolées de nageoires de poissons qui appartiennent généralement à des genres de cet ordre et qu'on rencontre, en grande abondance, dans certaines couches ; ce sont des rayons de nageoires dorsales, de ces rayons larges, forts, épineux, observés chez les poissons cartilagineux, surtout chez les requins et chez les raies, et qu'il est toujours facile de reconnaître, en ce qu'ils n'ont jamais à leur base de vraies facettes articulaires, comme chez les autres poissons. Ces débris fossiles ont reçu le nom d'*Ichthyodorulites* (rayons dorsaux fossiles de poissons) (Voy. *fig.* 113). Il n'est pas encore possible, dans l'état actuel de la science, de les rapporter d'une manière sûre à tel ou tel genre de placoïdes, et leur étude doit être faite à part, tout en rentrant dans celle des placoïdes en général.

§ 288. 1re famille : Les RAJACIDÆ, dont la raie est le type. Le corps est déprimé et en forme de disque ; on connaît à l'état fossile des dents en pavés, des empreintes et des épines dorsales. Les genres de cette famille sont ainsi distribués : le G. *Ptychacanthus*, Agassiz, dans l'étage dévonien ; le G. *Pleuracanthus*, dans l'étage carboniférien des terrains paléozoïques ; les G. *Squaloraya* et *Cyclarthrus*, dans l'étage liasien ; les G. *Asterodermus*, *Euryarthra*, dans l'étage oxfordien des terrains jurassiques ; deux genres dans l'étage suessonien, trois dans l'étage parisien et trois dans l'étage falunien des terrains tertiaires. De ces douze genres, sept sont restés dans les couches géologiques, et cinq sont encore vivants.

§ 289. 2e famille : Les PRISTIDÆ, dont le type est la scie, caractérisée par le museau en lame, armé latéralement d'épines osseuses. On ne connaît à l'état fossile que le G. *Pristis*, de l'étage parisien.

§ 290. 3e famille : Les CESTRACIONIDÆ (*Cestracionites*, Agassiz) ont le corps allongé, mais les dents aplaties et en pavés, le museau allongé. On connaît de cette famille un seul genre vivant, et *quinze* genres fossiles ainsi répartis : Dans les terrains paléozoïques, *un* dans l'étage silurien, *un* dans l'étage dévonien et qui se rencontre encore dans l'étage carboniférien.

Fig. 113. Plaque de l'Acrodus nobilis.

Huit sont propres à ce dernier étage ; *quatre* dans l'étage permien, dont *deux* remontent ensuite jusqu'à la fin des terrains crétacés. Dans les terrains triasiques le genre *Acrodus* (*fig.* 113) commence et s'é-

tend dans les terrains jurassiques; ce seul genre est spécial à l'étage sénonien des terrains crétacés.

§ 291. 4e famille : Les HYBODIDÆ, dont le type est le genre *Hybodus*, Agassiz, composée de genres éteints voisins des squales, mais dont les dents sont coniques et non comprimées. On connaît quatre genres perdus : *deux* spéciaux à l'étage carbonifèrien ; le G. *Hybodus* (*fig.* 114, 115), commence au maximum avec l'étage conchylien, et s'étend jusqu'à l'étage falunien des terrains tertiaires ; le quatrième paraît avec le lias, et s'étend jusqu'à l'étage néocomien.

Fig. 114. Dent d'Hybodus.

§ 292. 5e famille : Les SQUALIDÆ, qui ont pour type le genre *Squalus*, Linné, caractérisé par sa forme élancée,

Fig. 115. Ichthyodorulites d'Hybodus.

par des pectorales médiocres, par des dents tranchantes, triangulaires ou allongées. Nous connaissons vingt genres ainsi répartis : un dans l'étage murchisonien, deux dans l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques, cinq dans les terrains jurassiques; puis le nombre va en croissant, à mesure qu'on approche de l'époque actuelle, où existe le maximum de développement générique. (Voy. *fig.* 116, 117, 118.)

Fig. 116. Dent d'Oxyrhina.

Fig. 117. Dent d'Otodus.

Fig. 118. Dent de Carcharias.

§ 293. 6e famille : Les CHIMÆRIDÆ, qui se rapprochent plus ou moins du G. *Chimæra*, dont les branchies sont libres, ouvertes par un trou unique. Les mâchoires sont armées de plaques dures, formées de dents soudées, au nombre de quatre en haut et deux en bas, de forme oblongue ; aucun des sept genres fossiles n'arrive à l'époque actuelle. Les genres commencent avec les terrains jurassiques et sont plus nombreux dans les terrains tertiaires.

2e Ordre : GANOIDES, Agassiz.

§ 294. Ils ont la surface des écailles brillantes; celles-ci, de forme angu-

laire, généralement rhomboïdales (*fig.* 119), s'unissent par leurs bords d'une manière très-régulière et sont composées, à la fois, d'une couche cornée ou osseuse profonde, et d'une autre couche d'émail très-mince, superficielle. La structure de ces écailles est donc identique avec celle des dents. Le squelette est osseux, mais moins que dans les deux ordres suivants ; il est même encore cartilagineux dans l'esturgeon, qui appartient à cet ordre.

Fig. 119. Écaille de Ganoïde.

§ 295. 1re famille : Les Acipenseridæ, dont le type est l'*Esturgeon* (*Acipenser*, Linné). Leur corps est cuirassé d'écussons disposés par séries ; on en connaît deux genres, l'un encore vivant, rencontré fossile dans l'étage parisien (*Acipenser*) ; l'autre fossile du lias (*Chondrosteus*).

§ 296. 2e famille : Les Syngnathidæ (*Lophobranches*), dont le genre *Syngnathus* est un des types. Ils sont cuirassés partout de plaques qui rendent le corps anguleux. On en connaît beaucoup de genres vivants, mais seulement deux à l'état fossile au Monte-Bolca, à la base des terrains tertiaires

§ 297. 3e famille : Les Diodontidæ (*Gymnodontes*, Agassiz), voisins du genre *Diodon*, Linné, caractérisés par leurs mâchoires immobiles couvertes d'émail, et représentant chacune deux dents ; leurs écailles ont des pointes. On en connaît beaucoup de genres vivants, et un seul fossile (*Diodon*), des terrains tertiaires.

§ 298. 4e famille : Les Ostracionidæ (*Sclérodermes*, Agassiz), voisins des *Coffres* (*Ostracion*, Linné). Ils ont les os maxillaires et inter-maxillaires soudés, le museau saillant, armé de petites dents distinctes. Les écailles sont larges, plates, polygones, et couvrent tout le corps. On en connaît beaucoup de genres vivants, et sept fossiles, parmi lesquels un seul existant aujourd'hui. Les genres fossiles sont ainsi répartis : un dans l'étage sénonien des terrains crétacés ; cinq dans l'étage suessonien, et un dans l'étage parisien des terrains tertiaires.

§ 299. 5e famille : Les Cephalaspidæ. Ils ont la queue hétérocerque, ou pas de queue ; leur tête et la partie antérieure du tronc sont couvertes de plaques osseuses qui forment quelquefois une carapace compliquée et bizarre (*fig.* 120). La tête est plate et arrondie, la bouche terminale souvent sans dents, le corps aplati, les nageoires pectorales manquant fréquemment et les ventrales n'existant jamais ; presque jamais de caudales. Le squelette est très-simple et réduit presque aux parties périphériques. Peu de genres ont fait varier autant les explications qu'en ont données successivement les différents zoologistes ; on a été jusqu'à les rapporter à la famille des trilobites, à la classe des in-

sectes. Les cinq genres connus ne franchissent pas l'étage devonien des

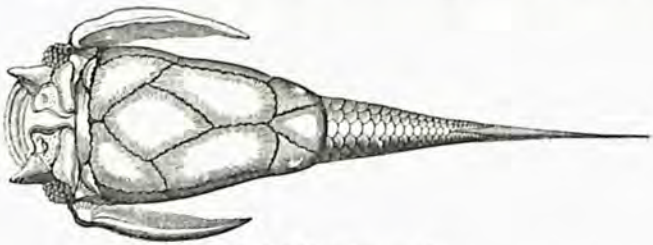


Fig. 120. Pterichthys cornutus.

terrains paléozoïques où ils apparaissent pour la première fois, et disparaissent avec cette époque géologique.

§ 300. 6e famille : Les Pycnodontidæ. Ils ont des dents à surface arrondie et disposées en pavé contre les mâchoires (*fig.* 121). Nous avons déjà vu les *Cestracionidæ* porter des dents analogues. Un moyen de distinguer ces dents les unes des autres sera de tenir compte de la structure intérieure de ces organes et de leur mode de fixation contre les parois qu'elles accompagnent. Celles des *Pycnodontidæ* ont une racine creuse et adhérente aux mâchoires, tandis que celles des *Cestracionidæ* ont la racine pleine et simplement suspendue dans les chairs. La famille qui ne contient que des genres perdus, au nombre de onze, a paru, pour la première fois, avec l'étage conchylien, où l'on connait deux genres ; deux autres commencent avec l'étage saliférien, et se continuent jusque dans les terrains tertiaires. Le maximum de développement a lieu dans les terrains jurassiques ; les terrains crétacés et tertiaires n'offrent, cependant, qu'un seul genre de moins, ce qui est d'autant plus extraordinaire qu'aucun n'existe aujourd'hui.

Fig. 121. Placodus gigas.

§ 301. 7e famille : Les Celacanthidæ. Tous les os du squelette, tous les rayons sont creux à l'intérieur ; l'extrémité caudale de la colonne épinière est prolongée dans le milieu de la nageoire caudale elle-même, en formant une sorte de pointe effilée ; enfin les rayons sont portés sur des osselets inter-apophysaires. La dentition se rapproche de celle des

Pycnodontidæ. Les douze genres qu'on y rapporte sont éteints. On en connaît huit dans les étages dévoniens, les autres sont répartis dans les terrains triasiques et jurassiques ; car un seul genre atteint les terrains crétacés sans passer au-dessus.

§ 302. 8e famille : Les Acrolepisidæ (*Sauroïdes hétérocerques*, Agassiz). Ce sont des poissons de forme élancée qui ont des dents coniques, pointues, alternant avec de petites dents en brosse ; les écailles sont presque carrées. Tous ont la queue hétérocerque, c'est-à-dire que la colonne épinière se prolonge dans le lobe supérieur de la queue. Ainsi circonscrite, cette famille montre douze genres perdus, cinq communs avec l'étage dévonien, cinq aussi dans l'étage carbonifèrien, dont deux passent à l'étage permien des terrains paléozoïques ; un seul existe ensuite dans l'étage conchylien, la dernière époque où se trouve cette famille.

§ 303. 9e famille : Les Polypteridæ (*Sauroïdes homocerques*, Agassiz). Ce sont des poissons en tout semblables aux *Acrolepisidæ*, mais ayant la queue composée comme celle des poissons ordinaires, et non prolongée en dessus. On connaît aujourd'hui deux genres vivants de cette famille, et quatorze genres fossiles qui commencent dans les terrains jurassiques avec l'étage sinémurien, ont leur maximum de développement dans l'étage oxfordien, et ne montrent plus que deux formes génériques dans les terrains crétacés.

§ 304. 10e famille : Les Dipteridæ (*Diptériens*, Agassiz). Ce sont des poissons avec la queue des *Acrolepisidæ*, qui ont des écailles semblables, mais ont deux nageoires dorsales et deux anales. On n'en connaît que deux genres perdus, *Dipterus* et *Osteolepis*, le premier des étages dévonien et carbonifèrien, le second de l'étage dévonien.

§ 305. 11e famille : Les Acanthodidæ (*Acanthodiens*, Agassiz). Elle est caractérisée par des écailles presque microscopiques, par la queue des *Acrolepisidæ*, des dents inégales. Des quatre genres tous perdus et tous propres à l'étage dévonien, un seul passe à l'étage carbonifèrien sans sortir des terrains paléozoïques.

§ 306. 12e famille : Les Palæoniscidæ (*Lépidoïdes hétérocerques*, Agassiz). Ces poissons ont les dents en brosse, sur plusieurs rangées, leur queue comme chez les *Acrolepisidæ*, les écailles plates rhomboïdales parallèles au corps ; ils ont une dorsale et une anale. On en connaît six genres perdus (Voy. *fig.* 111) ; cinq commencent avec l'étage carbonifèrien, dont trois passent aux terrains triasiques, un seul est spécial à l'étage oxfordien, dernière apparition de la famille.

§ 307. 13e famille : les Lepidotidæ (*Lepidoïdes homocerques*, Agassiz). Nous conservons seulement dans ce groupe les genres pourvus de tous les caractères de la famille précédente, mais ayant la queue ordi-

naire, et non comme les *Acrolepisidæ* (*fig.* 122). Les dix genres connus sont perdus. Ils commencent avec l'étage liasien du terrain jurassique,

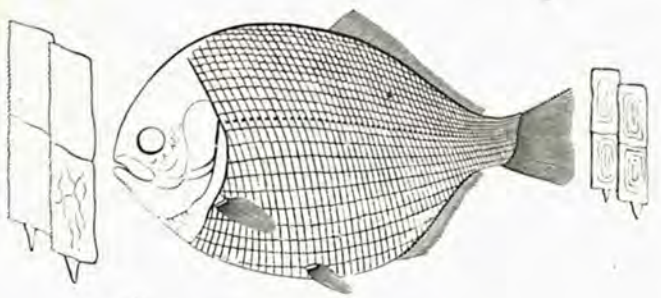


Fig. 122. Tetragonolepis (restaure).

par un maximum de sept genres, nombre qui existe encore dans l'étage oxfordien. Les terrains crétacés en ont quatre genres, dont un seul, le genre *Lepidotus*, s'étend jusqu'aux terrains tertiaires inférieurs.

3e Ordre : Les CYCLOIDES, Agassiz.

§ 308. Ces poissons ont les écailles composées de lames simples ou plaques, cornées ou osseuses, dépourvues d'émail et à bords postérieurs simples ou lisses, de forme plus ou moins circulaire (*fig.* 123); mais leur surface extérieure est souvent ornée de reliefs ou dessins divers. Les écailles de la ligne latérale consistent en des sortes d'entonnoirs emboîtés les uns dans les autres; leur partie contractée, s'appliquant contre le disque de l'écaille, constitue le tube par lequel coule le mucus qui enduit le corps de la plupart de ces animaux. Le squelette est encore osseux. A cet ordre appartiennent le saumon, la carpe, etc. Les cycloides n'ont pas de famille éteinte, mais bien des genres éteints dont le nombre est d'autant plus grand relativement aux genres vivants, et les rapports avec ceux-ci d'autant plus éloignés, qu'ils se rencontrent dans des couches plus anciennes.

Fig. 123. Écaille de Cycloïde.

§ 309. 1re famille : Anguillidæ (*Anguilliformes*, Agassiz, *Apodes*, Cuvier). Ces poissons qui ont le corps allongé, manquent de nageoires ventrales et quelquefois de pectorales. On connait beaucoup de genres vivants parmi lesquels quatre ont des représentants dans l'étage sues-

sonien des terrains tertiaires, où l'on rencontre le genre perdu *Enchelyopus*, Agassiz.

§ 310. 2e famille : les Clupeidæ (*Haléoïdes*, Agassiz), voisins des harengs et des saumons. Tous ont le maxillaire supérieur, dépendant de la mâchoire, armé de dents. Ils ont des ventrales abdominales. De cette famille nombreuse en espèces vivantes, on connait six genres perdus, dont cinq (*Aulolepis*, *Acrognathus* et *Osmeroides*, *Osmerus*, *Alec*, Agassiz) sont propres à l'étage sénonien des terrains crétacés; les deux autres, le *Platinx* et le *Notæus*, sont des terrains tertiaires inférieurs. On connait encore cinq genres encore vivants qui ont des représentants fossiles dans les terrains tertiaires.

§ 311. 3e famille : Les Esocidæ, voisins des brochets. Leur forme est élancée, leurs écailles sont grandes, leurs maxillaires supérieurs ont des dents, ainsi que les os palatins et le vomer. De cette famille nombreuse en genres vivants, on connait trois genres marins, l'*Isticus*, Ag., de l'étage sénonien des terrains crétacés; les genres *Holosteus*, du Monte-Bolca, et le *Sphenolepis* de Montmartre, terrains tertiaires. Le seul vrai brochet (*Esox*) est de l'étage subapennin.

§ 312. 4e famille : Les Lebiasidæ (*Cyprinodontes*, Ag.). Ce sont des *Cyprinidæ* dont les mâchoires ont des dents. Des cinq genres vivant

Fig. 124. Lebias cephalotes d'Aix (Provence).

dans l'eau douce, un seul est fossile, le G. *Lebias*, dans les terrains tertiaires (*fig.* 124).

§ 313. 5e famille : Les Cyprinidæ, qui contient le genre carpe. Pois-

sons dépourvus de dents aux mâchoires, mais en ayant aux os pharyngiens. Tous les genres vivants et fossiles sont des eaux douces. On connaît un genre perdu (*Cyclurus*), et sept genres encore existants dans les étages falunien et subapennin des terrains tertiaires.

§ 314. 6e famille : Les LABRIDÆ. Ils ont de grandes écailles, une dorsale, des mâchoires recouvertes de lèvres charnues. Un grand nombre de genres sont marins. On n'en connaît que deux fossiles dans les terrains tertiaires inférieurs, *Labrus* et *Atherina*.

§ 315. 7e famille : Les LOPHYDÆ, dont notre *Baudroie* est le type. Poissons marins sans écailles, dont la pectorale est pédonculée. On connaît une espèce fossile du genre *Lophyus* dans les terrains tertiaires.

§ 316. 8e famille : BLENNIDÆ, qui se rapproche des *Blennies*, a les ventrales jugulaires composées de deux rayons, une dorsale qui occupe presque tout le dos. De cette famille nombreuse on connaît le seul genre éteint, *Spinacanthus*, Ag., au Monte-Bolca.

§ 317. 9e famille : SPHYRÆNIDÆ (*Sphyrænoides*, Ag.). Ces poissons ont le corps allongé, les écailles lisses, les mâchoires garnies de grandes dents tranchantes. Les genres sont marins. On en connaît huit à l'état fossile, dont quatre, *Cladocyclus*, *Saurodon*, *Saurocephalus* et *Hypsodon*, sont de l'étage sénonien des terrains crétacés. Les autres sont des terrains tertiaires ; les G. *Mesogaster* et *Ramphognathus*, du Monte-Bolca, et le G. *Sphyrænodus*, de l'étage parisien.

§ 318. 10e famille : XIPHIDÆ, qui renferme l'espadon, caractérisé par son long bec prolongé, sans dents ; on connaît un genre éteint, *Cœlorynchus*, de l'étage parisien, et un genre encore vivant, *Tetrapterus*, de l'étage sénonien et du parisien.

§ 319. 11e famille : SCOMBERIDÆ. Ces poissons ont de petites écailles, des ventrales thoraciques ou jugulaires, à nageoires verticales non écailleuses. Les genres actuels sont infiniment plus nombreux que les genres fossiles ; parmi ceux-ci on compte quinze genres éteints, dont un commence avec l'étage sénonien des terrains crétacés. Les autres sont des terrains tertiaires du Monte-Bolca et de Glaris, que, d'après M. de Beaumont, nous plaçons dans les terrains tertiaires, bien que M. Pictet les fasse descendre à l'étage néocomien.

4e Ordre : Les CTÉNOIDES, Agassiz.

§ 320. Ils ont les écailles cornées, composées de plaques dentelées ou pectinées sur le bord postérieur (*fig.* 125). Comme les plaques sont de longueur inégale et superposées les unes sur les autres de manière que la plus inférieure dépasse la plus supérieure suivante, les pointes ou des dents nombreuses dont l'enveloppe écailleuse est

recouverte rendent celle-ci inégale et rude au toucher. Le squelette est osseux. La perche, par exemple, appartient à cet ordre.

§ 321. 1re famille : Mugilidæ, formée du seul genre *Mugil*, Linné, comprennent des poissons dont les écailles sont à peine dentées. Leur corps est allongé ; ils sont pourvus de deux dorsales. On en connaît une espèce fossile des terrains tertiaires du Monte-Bolca. M. *princeps*, Agassiz. Ils vivent maintenant dans les mers chaudes, tempérées et froides.

Fig. 125. Écaille de Cténoïde.

§ 322. 2e famille : Fistularidæ (*Bouches en flûte*, Cuvier, *Aulostomus*, Ag.), dont le type est le genre vivant *Fistularia*, Linné. Ils ont la bouche prolongée en un long tube. On en connaît cinq genres, dont deux perdus (*Ramphosus*, *Urosphen*, Ag.) du Monte-Bolca, étage suessonien (?) et trois genres encore vivants du Monte-Bolca et de Glaris. Ils vivent aujourd'hui dans les mers chaudes de l'Inde.

§ 323. 3e famille : Plataxidæ (*Squammipennes*), qui se rapprochent du G. *Platax* (Voy. *fig.* 126), ont la base des nageoires dorsales et même la partie épineuse couvertes d'écailles. Leur corps est comprimé ; leurs dents sont généralement en brosses flexibles. Dix genres de cette famille se trouvent fossiles, parmi lesquels trois perdus : les *Pygæus* et *Sennophorus*, Ag., du Monte-Bolca, le *Macrostoma*, Ag., de l'étage parisien. Tous les autres sont du Monte-Bolca ou de Paris. Les genres vivants sont des mers chaudes.

§ 324. 4e famille : Naseidæ (*Theuties*, Ag.). Leur corps est comprimé, oblong, pourvu d'une double dorsale ; dents tranchantes sur une seule rangée à chaque mâchoire. Les deux genres rencontrés fossiles au Monte-Bolca (*Naseus* et *Acanthurus*) sont aujourd'hui des mers chaudes.

§ 325. 5e famille : Gobidæ (*Gobioïdes*), dont le type, le genre *Gobius*, caractérisé par des ventrales thoraciques réunies, et les rayons épineux d'une dorsale grêle et flexible, par un corps allongé, au milieu des autres vivants, est le seul représenté à l'état fossile dans les couches du Monte-Bolca.

§ 326. 6e famille : Cottidæ (*joues cuirassées*, Ag.), dont un des types vivants est le genre *Cottus*, Linné. Ces poissons ont un aspect singulier par leur tête hérissée et cuirassée, les sous-orbitaires étendus sur la joue et articulés avec l'opercule. On en connaît deux genres perdus, *Collipteryx* et *Pterigocephalus*, du Monte-Bolca, et un genre actuellement vivant des derniers étages tertiaires.

§ 327. 7e famille : Scienidæ (*Scienoïdes*, Ag.). Ces poissons ont les dents, les préopercules et l'épine des opercules des *Percidæ*, et l'absence

des dents palatines des *Sparidæ*. On en connait un grand nombre de

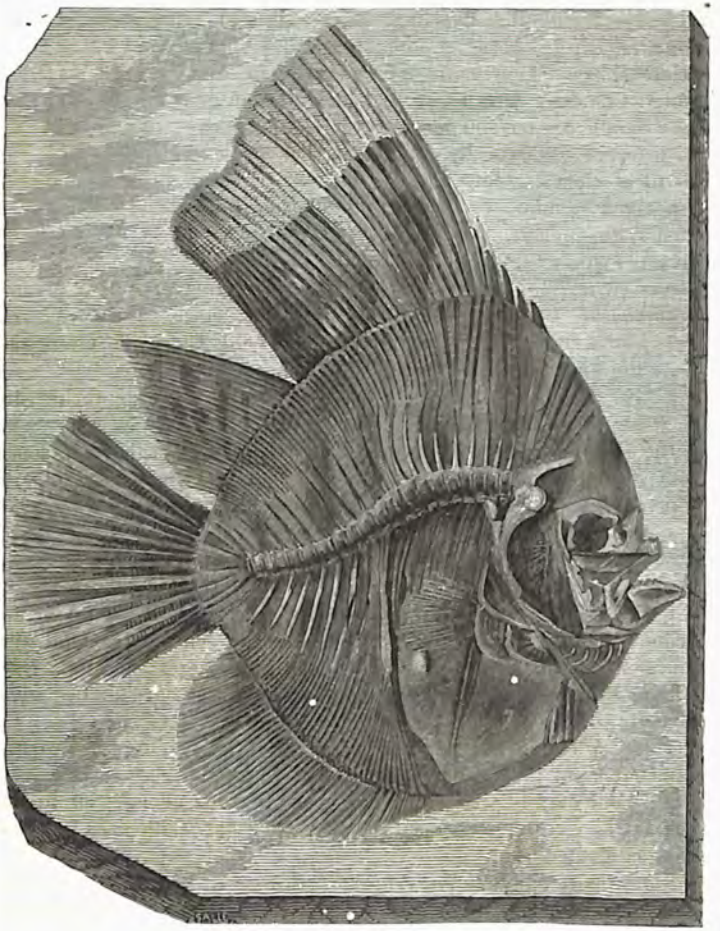


Fig. 126. Platax altissimus.

genres vivants; mais deux seulement se sont rencontrés fossiles, l'un perdu, *Odonteus*, Ag., du Monte-Bolca, l'autre encore vivant.

§ 328. 8e famille : SPARIDÆ (*Sparoïdes*, Ag.). Avec les caractères des *Percidæ*, ces poissons ont l'opercule sans épines et le palais sans

dents; une seule dorsale. Très-nombreux à l'état vivant, on en connaît à l'état fossile un genre éteint (*Sparnodus*), du Monte-Bolca, et trois genres actuellement vivants, représentés dans les couches du Monte-Bolca et dans l'étage parisien.

§ 329. 9e famille : Les Percidæ, dont un des genres est le G. *Perca*, Linné. Ce sont des poissons oblongs, dont les opercules ont des pointes; des dents existent aux os palatins et au vomer; la dorsale a des rayons mous et des rayons épineux. Les genres, très-nombreux principalement dans les mers des régions chaudes, sont représentés dans les terrains par dix-neuf genres fossiles : parmi ceux-ci huit genres perdus, dont quatre de l'étage sénonien, les G. *Agrogaster, Sphenocephalus, Aplopteryx*, Agassiz. Cinq genres perdus sont du Monte-Bolca et de Glaris, *Pristigenys, Smerdis, Podocys, Acamus* et *Cyclopoma*, Ag. Les genres encore vivants, à l'exception d'un seul (*Berix*, Cuv.) de l'étage sénonien, des terrains crétacés, sont tous des terrains tertiaires.

5e Ordre : PLEURONECTOIDES.

§ 330. Quand on voit tous les poissons qui précèdent avoir des formes symétriques, il est permis d'en séparer tout à fait, et de placer les derniers, des poissons qui n'ont plus rien de régulier dans leur structure ni dans les diverses parties. Ce sont, en un mot, des poissons qui, par rapport aux autres, sont couchés sur le côté, de manière à montrer toutes les parties sur un plan horizontal, mais avec les deux

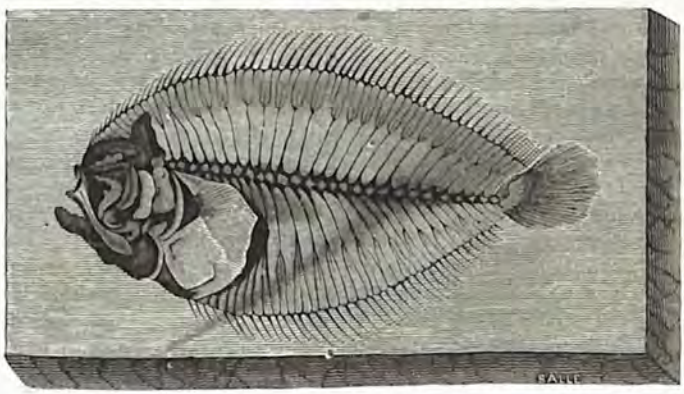


Fig. 127. Rhombus minimus.

yeux en dessus, c'est-à-dire d'un côté du corps et latéraux, au lieu d'être symétriques. Les nageoires sont également transposées ; la dorsale

et l'anale sont latérales, tandis que les pectorales sont en dessus et en dessous, dans la station normale de ces singuliers êtres.

Nous attachons d'autant plus de valeur à cette singulière modification des pleuronectes, qu'elle se retrouve absolument la même chez les mollusques lamellibranches, que nous avons appelés *Pleuroconques*, et que dès lors elle n'est pas une modification accidentelle de quelques êtres isolés, mais bien une forme spéciale qu'il convient d'élever dans la valeur des classifications. En effet, nous ne concevrions pas qu'on fit passer après la forme des écailles, par exemple, toute l'organisation symétrique ou non de toutes les parties d'un corps et de son squelette intérieur. Nous ne balançons donc pas à former un ordre spécial des pleuronectes, qui par les écailles sont, du reste, caractérisés comme les *Cténoïdes* de M. Agassiz.

Nous en faisons une famille unique qui n'est représentée à l'état fossile que par un seul genre (*Rhombus*, Cuv.), dont on connaît une espèce du Monte-Bolca (*fig.* 127), et qui renferme aujourd'hui de nombreux genres et beaucoup d'espèces vivantes.

Résumé paléontologique sur les Poissons.

§ 331. **Comparaison générale.** Il ressort de l'ensemble des genres de poissons, disposés comme le sont les mammifères, les oiseaux et les reptiles de nos tableaux nos 1, 2 et 3, que ces animaux ont suivi, pour ainsi dire, une marche régulière, parallèle aux reptiles (§ 279). Depuis qu'ils se sont montrés dans les mers anciennes avec l'étage murchisonien, le second des terrains paléozoïques, les poissons, en effet, occupent de même tous les étages géologiques, sans montrer, à proprement parler, de progression croissante, régulière, de forme, puisque les genres qui, à tous les étages, restent en arrière et s'éteignent dans les âges passés, sont plus de deux fois aussi nombreux que ceux qui arrivent à l'époque actuelle (1). Nous avons donc ici un remplacement successif de formes animales éphémères, depuis la première animalisation du globe jusqu'à nos jours. Nous ferons remarquer un fait curieux : c'est que tous les poissons fossiles qui ont été reconnus pour avoir, dans les temps passés, habité les eaux douces, comme nos carpes, nos brochets d'aujourd'hui (les genres fossiles *Perca* et les *Cyprinidæ*), sont tous des derniers étages tertiaires; ainsi nous trouvons encore un rapport intime de plus entre la répartition géologique des reptiles et celle des poissons.

(1) Restreint par la place, nous n'avons pas pu donner, les 278 genres de poissons fossiles, en tableaux; car il nous en aurait fallu quatre; mais toutes les généralités sont basées sur les données générales des genres qui ne ressortent qu'imparfaitement dans notre tableau des familles.

§ 332. **Comparaison des ordres entre eux.** Nous commencerons par la série la plus ancienne à la surface du globe.

Les *Placoïdes* (parmi lesquels sont les raies et les requins) ont les premiers paru avec la première animalisation de notre planète, et ils atteignent presque le maximum de leur développement générique avec l'étage carbonifèrien. Ils diminuent de nombre dans les terrains triasiques, augmentent de nouveau avec les terrains jurassiques et restent stationnaires jusqu'à la fin des terrains tertiaires. Tout en montrant, à l'époque actuelle, quelques genres de plus que dans aucun des étages géologiques pris en particulier, nous voyons, cependant, que la faune actuelle, qui peut être regardée comme étant bien connue, a deux genres de moins que la faune perdue des terrains paléozoïques, dont nous ne connaissons que les débris échappés à la destruction générale et au laps de temps incommensurable qui s'est écoulé depuis cette époque. Nous croyons donc pouvoir en conclure que cette série animale est certainement dans une période décroissante, depuis les terrains paléozoïques, la première grande époque de l'animalisation du globe.

Les *Ganoïdes*, qui renferment les esturgeons, les coffres, etc., suivent à peu près la même répartition que les placoïdes. Ils commencent avec l'étage dévonien, où l'on compte 28 genres, et en renferment 34 dans les terrains paléozoïques. Ils diminuent un peu dans les terrains triasiques, ont 35 genres ou le maximum de leur développement numérique avec les terrains jurassiques, tandis que les terrains crétacés et les tertiaires n'ont pas montré la moitié de ce chiffre. Comme les mers actuelles ne nous présentent que 17 genres, que la famille entière des *Siluridæ*, propres aux eaux douces des régions chaudes, est entièrement inconnue à l'état fossile, et que, malgré les causes de destruction sans nombre qui se sont opposées à la conservation des êtres fossiles, nous voyons encore les familles des *Cephalaspidæ*, des *Celacanthidæ*, des *Acrolepisidæ*, des *Hybodidæ*, des *Pycnodontidæ* et des *Lepidotidæ* (1), rester toutes dans les âges passés, nous en conclurons péremptoirement que les ganoïdes sont bien positivement dans une période décroissante de forme zoologique.

Les *Cycloïdes*, où sont compris les carpes, les brochets, suivent une marche toute contraire. Totalement inconnus dans les terrains paléozoïques, triasiques et jurassiques, les genres de cette série commencent avec les étages supérieurs des terrains crétacés, et vont en progression croissante de nombre jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont à un très-fort maximum de développement, par rapport aux époques passées. Tous les

(1) Voyez notre tableau n° 4, de la répartition géologique des familles.

genres fossiles appartiennent à des familles très-nombreuses aujourd'hui.

Les *Cténoïdes* suivent en tout la distribution géologique des *Cycloïdes*, avec cette seule différence que neuf familles sur dix sont inconnues dans les terrains crétacés et ne commencent qu'avec les terrains tertiaires. De même, toutes les familles fossiles existent aujourd'hui avec un immense développement de formes génériques.

Les *Pleuronectoïdes*, qui comprennent nos soles, nos turbots, nos limandes, commencent encore bien plus tard, puisque nous n'en connaissons qu'un seul genre fossile de l'étage inférieur des terrains tertiaires. Ils sont, dès lors, dans tout leur maximum de développement avec l'époque actuelle.

D'après la comparaison qui précède, on voit que les *Placoïdes* et les *Ganoïdes* sont dans une période de décroissance, tandis que les *Cycloïdes*, les *Cténoïdes* et les *Pleuronectoïdes* sont, au contraire, dans une grande voie croissante. Ici, comme pour les reptiles (§ 280), nous voyons tous les faits en contradiction complète avec la loi de perfectionnement des êtres, en marchant des époques anciennes aux plus modernes. Nous avons fait remarquer (§ 287) que les placoïdes ou poissons chondroptérygiens, par leurs rapports avec les reptiles, étaient les plus parfaits de toute la classe ; ce sont, pourtant, les premiers qui paraissent à la surface du globe. Les *Cycloïdes* et les *Cténoïdes*, qui leur sont bien inférieurs, inconnus dans les terrains paléozoïques, triasiques et jurassiques, ne paraissent que *vingt-deux* étages plus tard avec les terrains crétacés. Les *Pleuronectoïdes*, qui n'ont plus de formes symétriques, et qui sont pour ainsi dire des poissons dont la nature est déformée, sont inconnus même dans les terrains crétacés et ne se montrent qu'avec les terrains tertiaires, c'est-à-dire *vingt-quatre* étages plus tard que les *Placoïdes*, les poissons les plus parfaits. Il sera, dès lors, démontré que les poissons, comparaison faite de leurs ordres avec l'instant chronologique de leur apparition sur le globe, ont marché des plus parfaits aux plus imparfaits, au lieu de perfectionner leurs formes.

§ 333. **Déductions zoologiques générales** (Voyez le tableau n° 4). Comparés dans leurs nombres, sans avoir égard aux ordres, les genres de poissons nous amènent à des résultats d'une autre nature. Ils apparaissent pour la première fois avec l'étage silurien, le premier des terrains paléozoïques. Ces derniers terrains en montrent dans leur ensemble 67, les terrains triasiques 15, les terrains jurassiques 56, les terrains crétacés 46, et les terrains tertiaires 141. Il résulterait, de la comparaison des genres fossiles seulement, que les formes, déjà très-nombreuses dans les âges inférieurs, ont pourtant été en progression

croissante dans les terrains tertiaires les plus rapprochés de nous. Si nous comparons à ces résultats les 450 genres environ qui habitent notre globe aujourd'hui, on reconnaîtra que le nombre des genres de poissons a toujours été en croissant depuis les temps anciens jusqu'à nos jours.

§ 334. **Déductions climatologiques et géographiques**. Comparativement à ce que nous avons déjà dit (§ 242, 282) des autres séries animales, les poissons viennent compléter nos résultats ; car il est certain qu'un grand nombre des genres qui sont fossiles au Monte-Bolca, en Italie; à Sheppy, en Angleterre; à Glaris: aux environs de Paris, en France, ne se trouvent plus aujourd'hui que dans les régions tropicales des Océans. La répartition des espèces fossiles, comparée à la répartition des espèces vivantes des mêmes genres, nous prouve encore, comme pour les autres classes (§ 243, 283), que la distribution géographique passée n'a aucun rapport avec la distribution actuelle.

§ 335. **Déductions géologiques tirées des genres** (§ 244). Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les poissons, puisque aucun des 278 genres fossiles connus n'occupe tous les étages, et qu'ils sont, au contraire, tous restreints en des limites plus ou moins étendues, et peuvent servir de caractères négatifs pour les étages supérieurs ou inférieurs à ces limites de hauteur, où ils manquent.

Les caractères stratigraphiques positifs (§ 245) sont aussi prononcés chez les poissons. Les 278 genres environ, connus à l'état fossile, sont autant de caractères positifs pour les terrains et les étages qu'ils occupent; ils seront d'autant plus certains que, sur ces genres, 199 sont perdus pour l'époque actuelle et pour des étages supérieurs et inférieurs, et que 119 sont, jusqu'à présent, propres à un seul étage géologique. La persistance des caractères positifs est, chez les poissons, comme pour les mammifères (§ 246).

Pour les déductions géologiques tirées des espèces de poissons, elles sont les mêmes que pour les autres séries animales (§ 247), c'est-à-dire que les *mille* espèces connues à l'état fossile, d'après toutes les données inscrites dans les différents ouvrages de M. Agassiz, paraissent propres chacune à leur étage particulier et peuvent, dès lors, être considérées comme caractéristiques.

CHAPITRE VII.

DEUXIÈME EMBRANCHEMENT : ANIMAUX ANNELÉS.

§ 336. Les animaux annelés ont un caractère, que la fossilisation ne fait pas disparaître : l'absence d'un squelette intérieur, celui-ci rem-

placé souvent par un *squelette tégumentaire extérieur*; formé d'anneaux mobiles, placés, ainsi que tous les autres organes, en parties paires par rapport à une ligne droite médiane. M. Edwards a divisé les animaux annelés en deux séries : les *annelés*, comprenant les Insectes, les Myriapodes, les Arachnides, les Crustacés et les Cirrhipèdes; les *vers*, où sont les Annélides, les Systolides et les Helmintes.

Les caractères qui ont servi à établir les divisions dérivent à la fois des fonctions et des organes mous et solides. Il n'y a guère que ceux-ci qui puissent servir au paléontologiste dans la détermination des débris d'annelés qu'il rencontre à l'état fossile; mais les corrélations qui existent entre la structure des organes solides, celle des organes mous, et les fonctions que les uns et les autres exécutent, sont telles qu'on peut, d'après les seuls organes solides, déterminer la classe, l'ordre, le genre et même l'espèce à laquelle appartient l'annelé. Néanmoins, comme la science est loin d'être aussi avancée pour ces animaux que pour les autres, tant pour les caractères zoologiques que pour les indications géologiques, nous serons obligé de nous borner ici, le plus souvent, à des notions générales.

1re Classe : INSECTES.

§ 337. Le corps est divisé en tronçons et semble formé d'anneaux placés à la suite les uns des autres. Il se partage en trois portions distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen. La tête est d'une seule pièce, les yeux, les antennes, l'appareil buccal; le thorax se compose de trois anneaux généralement soudés entre eux, portant trois paires de pattes articulées elles-mêmes, et les ailes, lorsqu'elles existent, au nombre d'une ou deux paires. L'abdomen offre une nombreuse suite de segments plus ou moins mobiles les uns sur les autres et dépourvus d'appendices, excepté les derniers qui en portent souvent un certain nombre dont les formes varient beaucoup. Le squelette tégumentaire présente à peu près la consistance cornée. Nous en avons vu la composition particulière au commencement de cet ouvrage (§ 41). On les a divisés en dix ordres, dont huit seulement ont des représentants fossiles.

§ 338. La matière demi-cornée du squelette extérieur des insectes les place dans des conditions défavorables de conservation ; on en connaît, néanmoins, un assez grand nombre, dont quelques-uns ont été trouvés entiers. Un fait exceptionnel de conservation chez les insectes se montre dans le succin ou résine fossile qui, à l'état liquide, a enveloppé ceux-ci et les a conservés tels qu'ils étaient à l'instant où ils ont été recouverts. On peut les étudier par la transparence et les décrire avec presque autant de précision que les insectes vivants. Un autre cas rare est la découverte faite dans une couche calcaire mar-

neuse du Puy-de-Covent (Auvergne), de l'enveloppe extérieure des larves ou des nymphes de Friganes. On a rapporté à de la cire fossile une matière toute particulière, rencontrée près du village d'Ilansik, district de Pakai, en Moldavie, au pied des monts Carpathes.

§ 339. 1er Ordre : COLÉOPTÈRES, dont un des types est le *Hanneton*, sont caractérisés par leurs ailes antérieures cornées, connues sous le nom d'*Élytres ;* les autres ailes sont repliées sous les élytres. Ce sont les insectes pourvus du squelette le plus solide.

Les coléoptères paraissent s'être montrés dans les derniers étages paléozoïques, à Coalbroock-Dale ; ils sont plus connus dans les terrains jurassiques et crétacés, mais augmentent bien plus dans les terrains tertiaires. On cite plus de cent genres fossiles.

§ 340. 2e Ordre : ORTHOPTÈRES, auxquels appartiennent les *Sauterelles*, dont les ailes antérieures se distinguent encore des postérieures par un peu plus d'épaississement, ces dernières se repliant rarement sur elles-mêmes. Les pattes sont longues et fortes ; les mâchoires propres à broyer. Les plus anciens sont de l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques. On en cite dans l'étage oxfordien de Bavière, des terrains jurassiques, et dans les terrains tertiaires d'Aix, d'Œningen, etc.

§ 341. 3e Ordre : NÉVROPTÈRES, qui renferment les animaux voisins des *Libellules*, voisins des précédents par les mâchoires, ont quatre ailes d'égale consistance, toujours tendues, à nombreuses nervures. Les larves de ces insectes sont aquatiques. Les premières traces fossiles de cet ordre se trouvent dans l'étage carbonifèrien d'Angleterre. Ils sont ensuite nombreux dans les étages liasien, bathonien et oxfordien des terrains jurassiques (*fig.* 128) ; on en connaît quelques-uns des terrains crétacés.

Fig. 128. Libellule.

mais bien plus dans les terrains tertiaires d'Aix et dans les succins.

§ 342. 4e Ordre : HYMÉNOPTÈRES, dont dépend l'*Abeille*. Leurs ailes, au nombre de quatre, sont transparentes, courtes, fortes, pourvues de rares nervures. Le squelette extérieur est assez ferme. On n'en connaît pas, jusqu'à présent, avant les terrains jurassiques ; de l'étage oxfordien, de Bavière. Les autres sont des terrains tertiaires d'Aix et d'Œningen.

§ 343. 5e Ordre : HÉMIPTÈRES, où se trouvent les *Punaises*. Ce sont des insectes suceurs, pourvus d'une trompe articulée Les ailes antérieures sont en partie durcies. On en a rencontré des représentants fossiles dans les mêmes étages et aux mêmes lieux que l'ordre précédent.

§ 344. 6e Ordre : LÉPIDOPTÈRES, ou *Papillons*. Ils ont une trompe enroulée en spirale, et leurs quatre ailes sont couvertes de petites écailles colorées. On en cite un représentant dans les calcaires lithographiques de Solenhofen, de l'étage oxfordien des terrains jurassiques. Les autres sont des terrains tertiaires d'Aix (Bouches-du-Rhône) et dans les succins.

§ 345. 7e Ordre : DIPTÈRES, où se trouvent les *Mouches*. Leur trompe est droite, non articulée, et leurs ailes au nombre de deux seulement, les postérieures étant remplacées par des balanciers. Comme les trois ordres précédents, on n'en connaît pas avant les terrains jurassiques, depuis l'étage sinémurien du Glocestershire, jusqu'à l'étage oxfordien. On en cite ensuite dans l'étage néocomien de Wardour ; mais c'est surtout dans les terrains tertiaires d'Aix qu'ils abondent.

§ 346. En résumé, bien que nous n'ayons pas de documents assez certains pour établir des généralités sur les insectes, nous ferons remarquer que les coléoptères, les orthoptères et les névroptères, les plus parfaits des insectes, ont été rencontrés dans les couches terrestres, quatre étages plus tôt que les quatre ordres suivants. Si l'on s'en tenait à ces renseignements, les insectes n'auraient pas plus que les poissons, dans leur ordre chronologique d'apparition, suivi une marche progressive de perfectionnement ; ils auraient, au contraire, suivi une marche tout à fait opposée. Néanmoins l'ensemble numérique des genres fossiles, comparé aux genres existants, amène à d'autres conclusions, puisque les genres actuellement vivants sont incomparablement plus nombreux ou dix fois plus multipliés que les genres fossiles; ainsi l'ensemble numérique aurait marche du simple au composé.

2e Classe : Les MYRIAPODES.

§ 347. On les reconnaît facilement par l'absence de séparation entre le thorax et l'abdomen, par le nombre des pattes qui est de 24 ou plus,

par l'absence d'ailes, etc. Les *Iules*, les *Scolopendres* en dépendent. Tous les myriapodes sont terrestres; ils vivent généralement cachés dans la mousse, sous les pierres, sous l'écorce des arbres. Cette circonstance de leurs mœurs et leur nombre très-limité dans la création vivante font que leurs débris sont excessivement rares à l'état fossile; on ne connait en effet que cinq ou six genres de cette classe, représentés dans les couches solides. L'un d'eux, le plus ancien de tous, le *Geophilus proavus*, Munst., qui provient des schistes lithographiques de Kelheim, étage oxfordien, nous paraît être une espèce d'annélide bien caractérisé, et non un myriapode. Il ne resterait donc, en espèces fossiles, que les espèces des succins que MM. Koch et Berendt ont décrites. Elles appartiennent aux genres *Iule* et *Scolopendre*, qui ont encore des analogues vivants.

3e Classe : Les ARACHNIDES ou *Araignées*.

§ 348. Ces animaux sont caractérisés par la fusion de la tête avec le thorax; par quatre paires de pattes, par l'absence d'ailes et d'antennes,

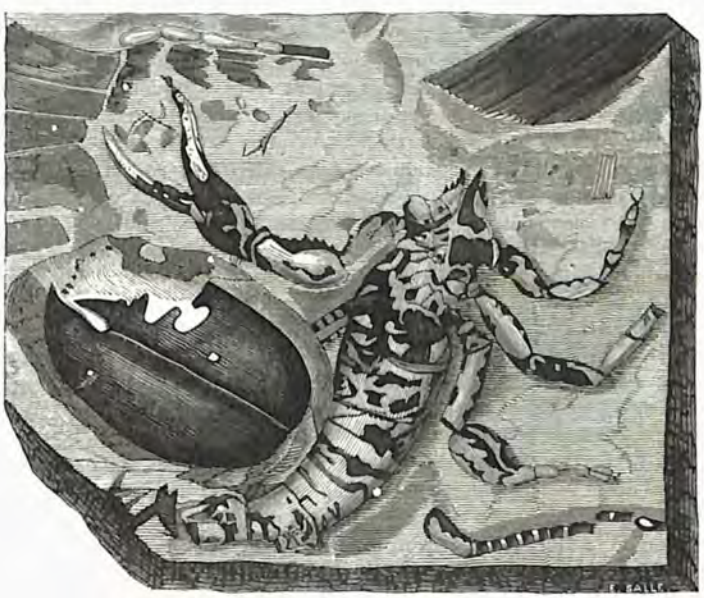


Fig. 129. Cyclophthalmus Bucklandi.

etc. L'enveloppe tégumentaire est, en général, solide, quoique à un

degré moindre que chez les insectes. Les débris de cette classe sont, comme ceux de la classe précédente, très-rares à l'état fossile. Toutefois, les arachnides ont commencé à exister à une époque très-ancienne. Le fameux *Scorpion* fossile (*Cyclophthalmus*) de Chomle, en Bohême, en est un exemple (*fig.* 129). Il a été trouvé dans l'étage carbonifèrien des terrains paléozoïques. Les autres arachnides fossiles sont : les uns de l'étage oxfordien de Solenhofen, terrains jurassiques; les autres, des terrains tertiaires d'Aix ou des succins.

4e Classe : CRUSTACÉS.

§ 349. Ce sont des animaux libres, à respiration branchiale, dont le thorax, très-développé, est recouvert d'une carapace dans laquelle, en avant, la tête est engagée. L'abdomen est composé d'articles. On compte cinq à sept paires de pattes, quelquefois des fausses pattes et des appendices maxillaires pairs.

Les crustacés, comme tous les autres animaux annelés qui ont la charpente solide, le squelette, ou les points d'appui des organes du mouvement purement extérieurs, offrent, dès lors, un mode de conservation tout différent des animaux vertébrés. En effet, on ne trouve plus des os de forme si variable, mais seulement des anneaux de leur charpente extérieure, ou divers articles de leur corps et de leurs membres. Les crustacés se rencontrent beaucoup plus fréquemment que les autres animaux annelés, parce qu'ils vivaient dans la mer, où se déposaient plus de sédiments, et que leur enveloppe extérieure, par sa composition plus dense, offrait plus de résistance dans les milieux de destruction. On rencontre des crustacés entiers, parfaitement conservés, dans les couches sédimentaires qui les ont enveloppés, les uns avec leur carapace, les autres à l'état d'empreintes et de moule. Les couches de tous les âges géologiques renferment des crustacés entiers ou presque entiers, depuis la première animalisation du globe jusqu'aux terrains tertiaires de la Tamise et de Dax. Lorsqu'on ne rencontre pas de crustacés entiers, on est au moins certain d'en trouver un grand nombre de débris. Il est même certaines couches qui renferment une telle quantité de débris de pattes qu'elles en sont caractérisées, comme on le voit, dans l'étage turonien des terrains crétacés d'Uchaux (Vaucluse), et dans l'étage parisien supérieur des sables tertiaires de Ver (Oise), aux environs de Paris. Des espèces d'entomostracés (cypris) abondent tellement sur certains points qu'ils couvrent la surface des couches.

Les empreintes physiologiques des pas de crustacés paraissent s'être montrées près de Bath et de Lyme (Angleterre) ; mais ces exemples sont très-rares.

La détermination de beaucoup de genres a été faite, chez les crus-

tacés, avec trop peu de précision, pour que nous puissions regarder les données inscrites dans les ouvrages de paléontologie comme assez positives pour les admettre définitivement. Cette raison ne nous permet pas de sortir des généralités déduites de ces documents publiés, sans même pouvoir toujours répondre de leur exactitude.

Les caractères des organes solides varient extrêmement dans cette classe pour chacune des divisions qu'elle comprend. Ces divisions sont au nombre de trois ; elles sont ici fondées principalement sur la conformation de la bouche : ce sont les crustacés *Masticateurs*, dont la bouche est armée de mâchoires ; les *Suceurs*, dont la bouche est formée d'un bec tubulaire armé de suçoirs ; les *Xyphosures*, dont la bouche ne présente pas d'appendices qui lui appartiennent en propre, mais qui est entourée de pattes dont la base fait office de mâchoires (1). Les crustacés *Maxillés* ou *Masticateurs*, renferment les ordres suivants. Une première division, les brachyures, ont l'abdomen petit, reployé et sans nageoires terminales.

§ 350. Ordre des DÉCAPODES. Cette division, parfaitement tranchée, renferme les crustacés dont la tête et le thorax sont confondus, les yeux pédonculés et mobiles ; les branchies renfermées dans le thorax, les pattes thoraciques, au nombre de cinq paires, dont la première se termine par une pince ; l'appareil buccal composé de six paires. Nous citerons, de cette division et des autres, seulement les familles qui ont des représentants presque certains dans les couches terrestres.

§ 351. Famille des Cancéridæ (*Cyclometopes*, Edwards), qui contient notre *Crabe* commun. Leur carapace est très-large, arquée en avant et rétrécie en arrière ; le front est transversal. Sur le nombre des genres vivants, on en connaît quatre, *Cancer* (*fig.* 130), *Carpilius*, *Platycarcinus* et *Portunus*, qui ont des représentants dans les terrains tertiaires des étages parisien et falunien.

Fig. 130. Cancer macrochelus.

(1) Ces divisions et les suivantes, pour tout ce qui concerne les crustacés, sont empruntées, en partie, à M. Milne-Edwards, *Cours élémentaire de zoologie*, et *Histoire naturelle des crustacés*. Nous n'avons changé que la terminaison des familles, afin de leur donner une forme euphonique dans toutes les séries animales.

§ 352. Famille des GRAPSIDÆ (*Catometopes*, Edw.). La carapace est quadrilatère ou ovoïde, le front transversal rabattu. Parmi les nombreux genres vivants, ceux qui ont laissé des espèces fossiles dans les terrains tertiaires supérieurs, sont les suivants : *Gelasimus*, *Macrophthalmus*, *Grapsus* et *Pseudograpsus*.

§ 353. Famille des LEUCOSIDÆ (*Oxystomes*, Edw.). Leur carapace est circulaire, leur cadre triangulaire, étroit en avant. Les nombreux genres vivants sont représentés, à l'état fossile, dans les terrains crétacés (étage albien), par les genres *Arcania* et *Coristes;* dans les terrains tertiaires (étage parisien), par le G. *Leuconia* ; (étage falunien), par les G. *Eubalia*, *Philyra*, *Atelecyclus*, *Dorippe*.

§ 354. Famille des DROMIDÆ (*Aptérures*, Edw.), ont l'abdomen médiocre, dépourvu d'appendices terminaux. On connait plusieurs genres vivants parmi lesquels on cite, à l'état fossile, mais seulement dans les terrains tertiaires : (étage parisien), le G. *Dromia ;* étages supérieurs, G. *Ranina* et *Hela* (*fig.* 131).

Fig. 131. Hela speciosa.

§ 355. Famille des PAGURIDÆ (*Ptérygures*, EDW.). Leur abdomen est allongé, terminé par une paire d'appendices mobiles, mais mous et non propres à la natation. On a rapporté au genre vivant *Pagurus*, des espèces du crag d'Angleterre.

§ 356. Famille des PALINURIDÆ (*Cuirassés*). Enveloppe dure, plastron large en arrière, la carapace allongée, un peu déprimée, l'abdomen allongé et terminé par des nageoires ; caractère commun à toutes les familles suivantes de l'ordre. La *Langouste* en est le type. Trois genres sont perdus, le G. *Pemphix*, Meyer, de l'étage conchylien des terrains triasiques ; les genres *Eryon* (*fig.* 132), Desmarest, et *Cancrinos*, Münster, de l'étage oxfordien de Bavière, des terrains jurassiques. On connait de plus les genres encore vivants, *Scyllarus*, dans l'étage sénonien des terrains crétacés, et le G. *Palinurus*, dans les terrains tertiaires supérieurs.

§ 357. Famille des ASTACIDÆ (*Astaciens*). Leur forme est allongée, leur carapace allongée n'est pas déprimée, leur plastron est linéaire,

leur abdomen long. Le type est l'*écrevisse*, le *Homard*. Les genres perdus sont nombreux, et ainsi répartis : dans les terrains jurassiques, étage liasien, le G. *Coleia*, Broderip ; de l'étage toarcien à l'oxfordien, le G. *Glyphæa*, Meyer ; puis dans l'étage oxfordien, les G. *Magila*, *Orphnea*, *Brisa*, *Brome*, *Bolina*, *Aura*, *Pterochirus*, Münster, *Klytea*, *Eryma*, Meyer, *Megachirus*, Bronn. On rapporte au genre vivant *Astacus*, une espèce des terrains jurassiques (étage oxfordien), et au genre *Calianassa*, une espèce des terrains tertiaires supérieurs.

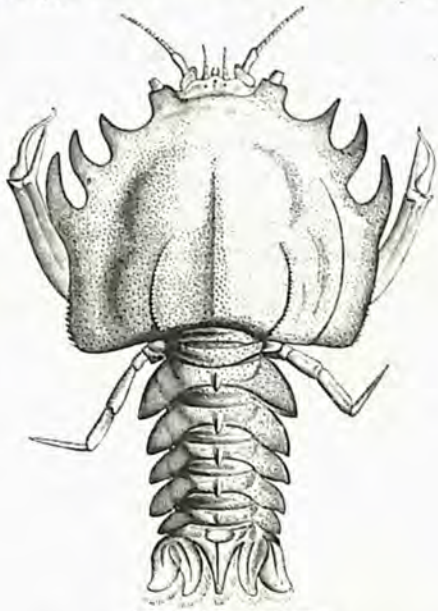


Fig. 132. Eryon arctiformis.

§ 358. Famille des PALÆMONIDÆ (*Salicoques*). Corps comprimé, abdomen très-développé ; la base des antennes externes recouverte d'une grande écaille. Cette famille, comprenant aujourd'hui un grand nombre de genres, renferme notre *Crevette* et la *Salicoque*. M. de Münster a décrit, dans l'étage oxfordien de Bavière, les genres perdus suivants : *Æger*, *Antrimpos*, *Bylgia*, *Drobna*, *Kælga*, *Udora*, *Dusa*, *Hefriga*, *Bombur*, *Blaculia*, *Elder*, *Rauna*, *Saga*. On a rapporté au genre vivant *Crangon*, une espèce fossile du lias supérieur.

§ 359. Ordre des STOMAPODES. Ils ont encore les yeux pédonculés mobiles, les branchies extérieures ou nulles, les pattes thoraciques, au nombre de plus de cinq paires ; l'appareil buccal formé de trois paires ; leur forme est très-allongée. Le type est la *Squille*. Une famille unique, celle des SQUILLIDÆ, a montré, dans l'étage suessonien, des terrains tertiaires du Monte-Bolca, une espèce du genre *Squilla*.

§ 360. Ordre des AMPHIPODES. Leurs yeux sont sessiles ; leur respiration a lieu au moyen de palpes thoraciques ; leur abdomen bien dé-

veloppé, composé de sept segments, dont le dernier rudimentaire, et les trois précédents portant chacun une paire d'appendices réunis de manière à constituer un organe spécial propre au saut ou à la nage ; tous de petite taille, et les pattes dirigées les unes en avant et les autres en arrière ; leur forme est allongée. Des nombreux genres vivants de cet ordre voisin des *Talitres*, un seul, le G. *Typhis*, Risso, a été cité à l'état fossile dans les terrains tertiaires, étage parisien des États-Unis.

§ 361. Ordre des ISOPODES. Avec les yeux des *Amphipodes*, ces crustacés respirent par les membres abdominaux modifiés. Leur abdomen est très-développé et composé de sept anneaux, comme chez les amphipodes, auxquels ils ressemblent, du reste, par leur conformation générale, mais dont ils diffèrent en ce que leur abdomen ne se termine jamais par des appendices propres au saut ou à la nage. Notre *Cloporte* appartient à cette division.

§ 362. La famille des ONISCIDÆ ou cloportes, qui respirent l'air en nature, a montré deux genres fossiles, *Oniscus* et *Porcellio*, dans le succin fossile des terrains tertiaires supérieurs.

§ 363. La famille des SPHÆROMIDÆ contient tous les animaux marins voisins des cloportes, qui forment beaucoup de genres actuellement vivants. Tous les genres fossiles ont été regardés comme différents des formes génériques d'aujourd'hui. M. de Münster a décrit dans les terrains jurassiques (étage oxfordien de Bavière), les genres suivants : *Alvis*, *Urda*, *Norna*, *Sculda*, *Reckur* et *Naranda* ; M. Edwards a décrit le G. *Archæoniscus*, de l'étage néocomien des terrains crétacés, et le G. *Palæoniscus*, des terrains tertiaires parisiens.

§ 364. On sépare des autres crustacés, sous le nom d'*Entomostracés*, des genres dont les membres thoraciques sont lamelleux ou ramifiés, les organes respiratoires nuls ou sous la forme de dilatation des membres thoraciques. Deux ordres de cette division sont inconnus à l'état fossile, les *Daphnoides* et les *Copepodes*. Ceux qui ont montré des restes fossiles sont les suivants :

§ 365. Ordre des PHYLLOPODES. Ils ont les pattes très-nombreuses, onze anneaux au thorax, le corps nu ou renfermé dans une carapace bivalve ; leurs pattes sont foliacées et converties en branchies. On cite de cette division deux genres *Nebalia*, et surtout un *Apus* des terrains carbonifères de Coalbrook-Dale, décrit par M. Prestwich.

§ 366. Ordre des TRILOBITES ou PALEADES (Dalman), dont les pattes probablement nombreuses étaient, sans doute, charnues comme chez les *Phyllopodes*, et ne se sont pas conservées ; leur carapace est formée d'une série d'écussons et d'anneaux thoraciques variables. Ils offrent généralement la forme d'un bouclier ovale, composé d'articles

divisés en trois parties, par deux dépressions latérales. Les téguments qui composent le bouclier sont formés de deux couches distinctes, l'une extérieure, mince, souvent granulée et ornée, l'autre, intérieure, plus solide et qui subsiste souvent seule. Il n'est pas toujours facile, dans un trilobite, d'apprécier avec certitude où se termine le thorax et où commence l'abdomen. Burmeister pense qu'on doit nommer thorax tous les articles libres jusqu'au dernier bouclier, et abdomen celui-ci et ceux qui se cachent sous lui. Le nombre de ces anneaux du thorax varie de 5 à 20, en présentant beaucoup de chiffres intermédiaires. Quoi qu'il en soit de ce nombre de divisions, l'article le plus antérieur et qui est généralement semi-circulaire, porte les yeux ; et, en avant, se trouve la bouche ; les yeux paraissent réticulés comme ceux des insectes; quant à la bouche, elle est à peine connue ; dans quelques cas, elle a paru offrir de la ressemblance avec celle de certains entomostracés ; on n'a pas encore trouvé d'antennes. Ces organes manquaient, sans doute, au moins à la partie supérieure. Plusieurs trilobites avaient la possibilité de se rouler en boule ; d'où l'on peut conclure que l'abdomen ne présentait pas à son extrémité d'appendices spéciaux.

La comparaison des formes des trilobites avec celles des crustacés vivants rend probable qu'ils vivaient loin des côtes ou dans les bas-fonds, nageant sur le dos, sans s'arrêter jamais, parce que leurs pieds ne pouvaient pas les fixer et parce que le mouvement était nécessaire à leur respiration. Ils vivaient en familles nombreuses, présentant des associations considérables d'individus, mais un nombre proportionnellement restreint d'espèces et de genres. Tous sont des terrains paléozoïques, ou de la première animalisation du globe.

§ 367. 1re Famille : Eurypteridæ, qui sont dépourvues de parties dures, munies d'entennes et d'yeux à facettes On ne connaît que le genre *Eurypterus*, Dekay, de l'étage silurien inférieur de l'Amérique du Nord.

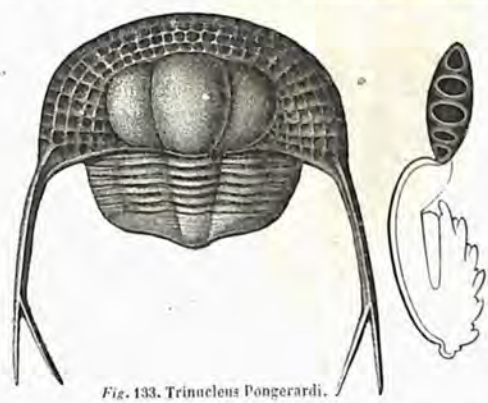


Fig. 133. Trinucleus Pongerardi.

§ 368. 2e Famille : Ogygidæ, ne peuvent pas s'enrouler en boule ; les

pièces latérales des anneaux du thorax sont une seule et même surface, ne se recourbent pas en dessous et se terminent en arrière en une pointe très-longue qui fait un angle obtus avec la direction de l'anneau. Le bouclier de l'abdomen est simple, presque aussi grand que le céphalique et aussi long que le thorax; il a son axe partagé en plusieurs articles. On y rapporte deux genres perdus.

§ 369. G. *Trinucleus*, Murchison, qui ont six anneaux au thorax, le bouclier céphalique profondément ponctué vers le bord, avec trois bosses très-prononcées, etc. Les espèces de ce genre ont leur maximum de développement avec l'étage silurien, et ne se rencontrent pas au-dessus de l'étage murchisonien (*fig.* 133). On les trouve en Bretagne, aux États-Unis, etc.

Fig. 134. Ogygia Guettardi.

§ 370. G. *Ogygia*, Brongniart, muni de huit anneaux au thorax, le bouclier céphalique lisse, à protubérance médiocre. Les espèces sont propres à l'étage silurien. Plusieurs se trouvent en France, près d'Angers, de Rennes, etc. (*O. Guettardi*) (*fig.* 134).

§ 371. Famille des ODONTOPLEURIDÆ, avec la forme des *Ogygidæ* et ne pouvant *s'enrouler; celle-ci a le bouclier* plus court *que le* thorax, *et munis* d'un petit nombres d'articles.

§ 372. G. *Odontopleura*, Murchison, pourvus de huit anneaux au thorax, d'épines latérales fortes; le bouclier, dont l'axe a deux articles, a une rangée de fortes épines au bord postérieur. Les espèces sont propres aux étages murchisonien et dévonien.

§ 373. G *Arges*, Goldfuss, on lui compte huit anneaux au thorax, le bouclier céphalique voûté; le bouclier abdominal est pourvu d'un long aiguillon terminal et d'autres latéraux; l'axe n'est pas articulé. Les espèces ont commencé avec l'étage murchisonien et ont eu leur maximum avec l'étage dévonien.

§ 374. G. *Brontes*, Goldf. On leur connaît dix anneaux au thorax,

l'axe du bouclier abdominal non articulé. Ils sont distribués comme les *Arges*.

§ 375. Famille des OLENIDÆ. Elle diffère des deux précédentes en ce que le bouclier de l'abdomen est très-petit et a un grand nombre d'articles.

§ 376. G. *Paradoxides*, Brongniart, thorax avec seize à vingt anneaux, bouclier et abdomen petits, à plusieurs articles ; le bouclier céphalique prolongé latéralement par des pointes. Les espèces sont propres aux étages silurien et murchisonien, et ont leur maximum dans le dernier (*fig.* 135).

§ 377. G. *Olenus*, Dalman. Thorax avec quatorze anneaux, abdomen plus large que long, les pointes du bouclier plus courtes. Leur maximum d'espèces paraît avoir lieu dans l'étage silurien ; mais elles remontent dans l'étage murchisonien.

Fig. 135. Paradoxides spinulosus.

§ 378. Famille des HARPESIDÆ (*Campylopleures*). Elle se distingue nettement des autres familles, en ce que les lames latérales des anneaux se replient en dessous, depuis leur milieu ; et au lieu de se terminer par une pointe, s'arrondissent vers leur extrémité.

§ 379. G. *Conocephalus*, Zenk. Bouclier céphalique et de l'abdomen semi-circulaire, le premier terminé en pointes postérieures ; quatorze anneaux au thorax ; l'axe du bouclier abdominal partagé en cinq articles. Les espèces paraissent être propres à l'étage murchisonien.

§ 380. G. *Ellipsocephalus*. Zenk. Un seul article au bouclier abdominal ; douze au thorax ; bouclier céphalique sans prolongement ; yeux étroits et semi-circulaires. De l'étage murchisonien.

§ 381. G. *Harpes*, Goldfuss. Thorax avec moins de vingt anneaux, yeux petits, bouclier céphalique très-grand, en fer à cheval, avec des pointes en arrière. Les espèces sont des étages murchisonien et dévonien.

§ 382. Famille des Calymenidæ. Elle est facile à reconnaître en ce que le corps pouvait se rouler en boule. L'axe dorsal est rétréci en arrière, la carapace est granulée, et la plupart ont plus de dix anneaux au thorax.

§ 383. G. *Calymène*, Brongniart. Bouclier céphalique muni d'un bord relevé, treize anneaux au thorax. Les espèces commencent avec l'étage silurien ; elles ont leur maximum avec l'étage dévonien. On en connaît des espèces en Bretagne (C. *Tristani*) et beaucoup aux États-Unis (C. *Blumenbachii*) (*fig.* 136).

Fig. 136. Calymene Blumenbachii.

§ 384. G. *Homalonotus*, Kœnig. Même thorax, sans bords relevés au bouclier céphalique ; le bouclier abdominal non annelé. Les espèces commencent avec l'étage silurien ; elles ont leur maximum avec l'étage murchisonien, et disparaissent avec l'étage carbonifèrien.

§ 385. G. *Cyphaspis*, Burm. Onze anneaux au thorax, bouclier céphalique semi-lunaire, prolongé en arrière, ainsi que les premiers anneaux du thorax. Les espèces paraissent être propres à l'étage carbonifèrien.

§ 386. G. *Phacops*, Emmr. Même thorax, bouclier céphalique non prolongé, anneaux du thorax à bords arrondis ; point de rebord à leur bouclier céphalique. Les espèces commencent avec l'étage silurien, paraissent avoir eu leur maximum avec l'étage murchisonien, mais cessent avec l'étage dévonien.

§ 387. G. *Æonia*, Burm. Dix anneaux au thorax, bouclier céphalique très-renflé, sans pointes. Les espèces paraissent avoir vécu dans les étages murchisonien et dévonien.

§ 388. Famille des Asaphidæ. Elle diffère des quatre premières par le corps, qui pouvait se rouler en boule, comme celui des calymènes, et par l'axe dorsal, qui n'était pas rétréci en arrière par la carapace ; celle-ci, au lieu d'être granulée, était souvent sculptée par des traits ou des lignes, enfin, pour la plupart, les genres ont moins de dix anneaux au thorax.

§ 389. G. *Illænus*, Burm. Dix anneaux au thorax, bouclier céphalique, transverse, bouclier abdominal voûtés, l'axe dorsal très-distinct, pas plus large que les côtés. Les espèces ont leur maximum avec l'étage silurien et remontent jusqu'à l'étage dévonien. Elles sont communes en Bretagne (*I. Giganteus*).

§ 390. G. *Bumaster*, Murchison. Diffère du genre précédent par l'axe dorsal, bien plus large et moins distinct. Les espèces sont de l'étage murchisonien.

§ 391. G. *Archegonus*, Burm. Neuf anneaux au thorax, bosse de la tête très-prononcée; pas de pointes au bouclier céphalique; l'axe du bouclier abdominal long, divisé en anneaux. Les espèces apparaissent avec l'étage devonien, et ont leur maximum dans l'étage carbonifèrien.

§ 392. G. *Dysplanus*, Burm. Comme le genre précédent, avec le bouclier céphalique pourvu de pointes postérieures; l'axe du bouclier abdominal sans division. Les espèces paraissent être propres à l'étage murchisonien.

§ 393. G. *Asaphus*, Brongniart. Huit anneaux au thorax, de gros yeux; bouclier abdominal égal au céphalique, pourvu d'un axe articulé. Les espèces commencent avec l'étage silurien, sont au maximum avec l'étage murchisonien, mais remontent jusqu'à l'étage carbonifèrien.

§ 394. G. *Ampyx*, Dalman. Six articles au thorax, le bouclier abdominal aussi grand que le céphalique. Les espèces paraissent être des étages silurien et murchisonien.

Beaucoup d'autres genres ont été indiqués dans l'ordre des *Trilobites*; mais l'histoire de ces crustacés est encore assez embrouillée, pour que nous nous abstenions d'en parler.

§ 395. Ordre des CYPROIDES. Leur corps est renfermé dans une carapace bivalve, munie d'une charnière dorsale, pouvant se fermer. Les

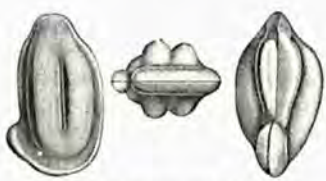


Fig. 137. Cythere auriculata.

Fig. 138. Limulus rotundatus.

pieds et les antennes sortent de la coquille, lorsque l'animal veut se mouvoir. Ce sont des crustacés de petite taille. On connait de cet ordre cinq genres fossiles dont deux, *Cypridella* et *Cyprella*, de Koninck, sont spéciaux à l'étage carbonifèrien. Des trois autres genres, le G. *Cythere*, (*fig.* 137) est commun avec l'étage murchisonien et a son maximum dans les mers actuelles, ainsi que le G. *Cypridina*, qu'on voit paraître avec l'étage carbonifèrien, le G. *Cypris*, qui commence avec l'étage néocomien.

§ 396. Ordre des XIPHOSURES, ou *Crustacés suceurs*, qui se distinguent de tous les autres crustacés par leurs mâchoires réduites aux articles des pattes. Leur corps est formé d'un grand bouclier céphalo-thoracique, d'une longue queue styliforme. Ces crustacés renferment aujourd'hui seulement le genre *Limulus*. On en connaît trois genres fossiles : Le G. *Limulus*, qui commence avec l'étage carbonifèrien (*fig.* 138), se continue dans l'étage oxfordien et vit encore ; le G. *Halicine*, Meyer, de l'étage conchylien, et le G. *Bellenurus*, Konig, des terrains paléozoïques.

Résumé paléontologique sur les Crustacés.

§ 397. Les données paléontologiques partielles sur les crustacés ne nous paraissent pas assez positives pour oser les donner en tableau. Nous devons nous contenter de quelques comparaisons générales. Les crustacés, comme les reptiles et les poissons (§ 279, 331), ont occupé tous les étages, sans montrer de progression croissante régulière, mais bien un remplacement successif des genres, depuis les époques les plus anciennes de l'animalisation jusqu'à nos jours.

§ 398. **La comparaison des ordres entre eux** dans leur apparition chronologique nous donne les résultats suivants : Les *Trilobites* se sont montrés en grand nombre avec la première animalisation du monde, sans sortir des terrains paléozoïques. Ils naissent, en effet, avec l'étage silurien, paraissent atteindre le maximum de leur développement avec l'étage murchisonien, mais ne s'élèvent pas au-dessus de l'étage carbonifèrien. Ils sont complétement inconnus dans les mers actuelles.

Les *Cyproïdes* ont commencé avec les terrains paléozoïques, et se sont continués dans tous les étages, en montrant aujourd'hui leur maximum de développement générique.

Les *Xiphosures* se sont montrés avec les terrains paléozoïques, où leurs genres ont été le plus nombreux, puisqu'un seul sur trois existe aujourd'hui.

Les *Décapodes*, les plus nombreux des crustacés, commencent avec les terrains triasiques par un genre, et vont toujours en augmentant de formes génériques, dans les terrains jurassiques, jusqu'à l'étage oxfordien ; ils diminuent ensuite ; mais, à l'époque actuelle, ils sont en pleine voie croissante.

Les *Isopodes* paraissent à la partie supérieure des terrains jurassiques et augmentent beaucoup le nombre de leurs genres dans l'époque actuelle ; ils sont, de même, en voie croissante de développement. On peut en dire autant des *Stomapodes* et des *Amphipodes*.

Quand on voit les trilobites et les cyproïdes, les plus imparfaits des crustacés, se montrer les premiers sur la terre, et surtout les trilobites

disparaître entièrement à la fin de la première grande époque de l'animalisation du globe, on doit naturellement en conclure que, dans cette série, la loi du perfectionnement successif est très-marquée, puisque les plus parfaits, les décapodes, ne se montrent que cinq étages plus tard avec les terrains triasiques, et qu'ils ont, aujourd'hui, un développement incomparablement plus grand que tous les autres ordres.

§ 399. **Déductions zoologiques générales.** L'ensemble numérique des genres, sans avoir égard aux ordres, nous montre environ 40 genres dans les terrains paléozoïques, *deux* dans les terrains triasiques, 36 dans les terrains jurassiques, *six* dans les terrains crétacés, et 24 dans les terrains tertiaires. Si l'on n'avait égard qu'aux genres fossiles, on pourrait croire que le maximum de développement générique a eu lieu avec la première animalisation du globe; mais ces proportions disparaissent, quand on voit que les genres connus dans la faune actuelle, dépassent le chiffre de *deux cents*. Il en faudra conclure que, suivant les ordres, ou pris dans leur ensemble, les crustacés ont toujours marché du simple au composé, dans une progression croissante de formes animales.

Les déductions climatologiques et géographiques sont les mêmes que pour les mammifères (§ 242, 243).

Les *déductions géologiques tirées des genres* sont très-marquées. Les *caractères négatifs* (§ 244) nous montrent que les cent genres connus à l'état fossile sont limités dans les terrains et dans les étages et qu'ils peuvent tous être employés. Les trilobites, par exemple, qui manquent dans les terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires, sont d'excellents caractères négatifs pour ces terrains et pour leurs étages ; ainsi que ceux qui manquent, au contraire, dans les terrains paléozoïques, comme tous les autres ordres. Les *caractères positifs* (§ 245) sont aussi faciles à saisir, puisque les *cent* genres que nous avons cités comme fossiles, sont d'excellents caractères positifs à consulter. Ils le sont d'autant plus que 68 d'entre eux, n'arrivant pas à l'époque actuelle, sont perdus aujourd'hui; et que sur ce nombre, 35 n'occupent jusqu'à présent qu'un étage.

La persistance des caractères (§ 246), ainsi que les déductions qu'on peut tirer des espèces (§ 247), sont ici les mêmes qu'ailleurs.

5e CLASSE : les CIRRHIPÈDES.

§ 400. Ce sont des animaux fixés aux corps sous-marins, soit par un pédoncule charnu, soit par une coquille, et qui n'ont plus de pieds, ceux-ci étant remplacés, dans l'âge adulte, par des cirrhes articulés. Leur corps est enfermé dans un manteau qui sécrète une coquille bivalve ou multivalve, libre ou fixe. Cette coquille, analogue à celle des mollusques, nous a conservé, jusqu'à nos jours, beaucoup de cirrhipèdes. On en rencon-

tre avec les valves réunies, ou seulement les parties séparées. Nous divisons cette classe en deux familles, qui pourraient avoir la valeur d'ordres.

§ 401. Famille des ANATIFIDÆ, d'Orb. Leur coquille bivalve ou multivalve est divisée en parties paires, et les parties des valves sont unies entre elles par des parties charnues; l'ensemble laisse deux parties béantes, l'une antérieure, pour le passage des cirrhes, l'autre inférieure, pour le pédoncule charnu. On connait à l'état fossile les genres suivants :

§ 402. G. *Anatifa*, Bruguière. La coquille a cinq valves, deux de chaque côté, une grande et une petite, et une médiane appliquée sur la compression générale, du côté opposé à l'ouverture brachiale. Nous possédons un véritable anatife fossile des terrains tertiaires faluniens de Bordeaux, l'*A. burdigalensis*, d'Orb.

§ 403. G. *Pollicipes*, Leach. La coquille multivalve a un grand nombre de pièces anguleuses, treize et plus. On en connait plusieurs espèces des étages albien, cénomanien et sénonien des terrains crétacés de France, d'Angleterre et d'Allemagne. On en connait encore dans les étages parisien et falunien d'Angleterre et du Piémont.

§ 404. G. *Aptychus* (1), Meyer (*Trigonellites*, Parkinson, *Munsteria*, Deslongchamps). Nous plaçons ici l'un des fossiles qui a été le plus ballotté par les auteurs, mais sur le véritable classement duquel il ne nous reste aucun doute. MM. Bourdet de la Nièvre et G.-B. Sowerby en avaient fait des mâchoires de poisson, et le premier les appelait des *Ichthyosagones*. De ce qu'on trouvait quelquefois des aptychus dans la dernière loge des ammonites, MM. Ruppell et Voltz ont conclu qu'ils étaient des opercules d'ammonites. M. Deshayes croyait aussi que ce devaient être des parties intérieures de l'animal des ammonites. M. Hermann de Meyer croit que ce sont des coquilles intérieures de mollusques. M. Coquand les réunit au genre *Teudopsis*, en faisant des deux valves un seul tout analogue à l'osselet intérieur des calmars, parmi les céphalopodes acétabulifères. MM. Schlotheim, Parkinson et Deslongchamps les placent comme des coquilles bivalves, dans les mollusques lamellibranches. On voit par la place que nous assignons à l'*Aptychus*, que nous n'en faisons ni un poisson ni même un mollusque, et que nous le mettons avec les animaux annelés. Cette opinion, que nous professons depuis de longues années, est basée sur la comparaison rigoureuse du fossile et sur les circonstances dans lesquelles il se trouve.

La comparaison des *Aptychus* avec les séries animales auxquelles ils ont été rapportés par les auteurs cités ne soutient pas un mûr examen.

(1) Nous voulions, sur ce genre, publier un mémoire spécial; mais la nécessité de nous expliquer à son égard nous force de placer ici des faits que nous comptons développer plus tard.

Ce ne sont assurément pas des mâchoires de poissons. L'idée d'en faire des opercules d'ammonites était contraire aux observations zoologiques des êtres les plus voisins, les nautiles, et n'était due qu'à la jonction fortuite de ces deux corps. La réunion des *Aptychus* aux *Teudopsis* n'est pas plus admissible, puisqu'il y a bien réellement deux pièces distinctes, et que, du reste, l'épaisseur de l'*A. lævis*, par exemple, exclut tout à fait ce rapprochement. Il suffit également de voir ce genre pour s'assurer qu'il ne peut être un mollusque lamellibranche. La comparaison la plus superficielle amène, au contraire, à considérer les aptychus, non pour des valves operculaires d'une balane, mais pour des représentants *à deux valves seulement*, des *Anatifa*, qui en ont cinq. Bien qu'on n'ait attaché aucune importance à l'opinion de Scheuchzer et de Knorr, qui réunissaient les aptychus aux anatifes, on voit que nous nous rangeons à cette judicieuse opinion, qui est la meilleure, puisque nous considérons les aptychus comme un genre à deux valves voisins des anatifes. Qu'on place, par exemple, une valve d'aptychus à côté de la grande valve d'un anatife (*a*, *fig.* 139), et l'on s'assurera, tout de suite, que la forme est identique ; que même, ainsi que chez ces animaux, les valves sont tantôt testacées, tantôt presque cornées ; que de même la forme est trigone (Voy. *fig.* 140), que, de ces trois côtés, l'un *b* paraît avoir été enchâssé dans les tégu-

Fig. 139. Anatifa lævigata.

Fig. 140. Aptychus sublævis.

ments ; que l'autre *c* est tronqué, taillé en biseau en dedans, et arqué pour laisser sortir les bras ; que le troisième *d* montre encore un fort bâillement, et de plus, la facette où le pédoncule devait s'insérer. Du reste, certaines espèces montrent un rebord extérieur à cette partie, analogue à ce que nous voyons chez quelques anatifes, ou même les impressions d'attaches intérieures du pédoncule. Il n'est pas jusqu'à la composition poreuse et les lignes internes de certains aptychus, qui ne soient identiques à quelques espèces de *Cypris*, crustacés à deux valves, comme l'âge embryonnaire de tous les cirrhipèdes. De ces considérations et de beaucoup d'autres que nous ne pouvons examiner ici, nous concluons qu'on ne peut pas placer les aptychus ailleurs qu'à côté des anatifes.

Il est dans la science des faits importants qui n'en restent pas moins toujours inconnus aux observateurs de cabinet, mais qui appartiennent au domaine des naturalistes capables de risquer jusqu'à leur existence pour élargir le cercle de leurs études. Nous voulons parler de la présence des aptychus dans les ammonites, ce qui les avait fait prendre pour des parties internes de céphalopodes, tandis qu'elle n'était qu'une circonstance dépendante du mode d'existence ordinaire de ces animaux, considérés comme des cirrhipèdes anatifidées. Tous les voyageurs sur mer savent que les anatifes d'aujourd'hui se fixent sur les corps flottants de toute nature. Les navires non doublés de cuivre en ont au niveau de la flottaison, tous les morceaux de bois, les plumes, pris à la surface des mers, sont couverts de ces animaux parasites ; et chaque fois que dans l'océan Atlantique, entre l'Afrique et l'Amérique nos filets de traîne apportaient *des coquilles de spirules, corps flotteurs par excellence, elles étaient toujours couvertes d'anatifes.* Ce fait actuel, comparé aux faits passés, nous a expliqué pourquoi les ammonites flottantes comme les Spirules renferment des aptychus. Cette réunion, qui a paru si extraordinaire, et qui a conduit à des considérations si étranges, devenait, au contraire, indépendamment des formes, le plus puissant argument, pour prouver l'analogie que nous avons signalée. Où trouve-t-on, en effet, les aptychus fossiles ? presque toujours sur des points littoraux des anciennes mers, où ils ont été déposés avec tous les corps flotteurs, le bois, et surtout les coquilles flottantes, telles que les nautiles et les ammonites. Il n'est donc pas étonnant, que l'ammonite qui était probablement couverte extérieurement de ces animaux parasites, en contienne aussi quelques-uns dans la vaste cavité formée par la loge où était contenu l'animal ; et que ceux-ci, abrités de tous les chocs et des agents de destruction, se soient conservés mieux que partout ailleurs. On voit que la comparaison zoologique et les faits généraux d'observation viennent ici se corroborer, pour éclaircir la question la plus controversée.

Nous connaissons des aptychus dans l'étage carbonifèrien de Sablé (A. *Galliennei*); ces animaux ont leur maximum de développement dans les terrains jurassiques, et se continuent dans tous les étages crétacés jusqu'à l'étage sénonien.

§ 405. Famille des BALANIDÆ. Ils manquent de pédoncule, la coquille conique se fixe directement sur les corps sous-marins, et se compose d'un certain nombre de pièces dont l'accroissement est indépendant. L'ouverture supérieure est fermée par des pièces operculaires du milieu desquelles sortent les bras.

§ 406. G. *Balanus*, Lamarck. La coquille conique a six pièces, quatre valves operculaires inégales. Toutes les espèces fossiles sont des étages falunien et subapennin des terrains tertiaires. Aujourd'hui, elles sont de toutes les mers.

§ 407. On a rencontré, de plus, dans les étages falunien et subapennin, quelques espèces des genres *Acasta*, Leach, *Chthamalus*, Ranzani, *Coronula*, *Creusia*, Lamarck, *Phryoma*, Savigny; mais il reste encore beaucoup à faire pour l'histoire de ces animaux fossiles.

§ 408. En résumé, nous avons vu les cirrhipèdes se montrer sous la forme d'*aptychus*, depuis les terrains paléozoïques jusqu'aux terrains crétacés inclusivement; les *Pollicipes* commencer avec les terrains crétacés, et tous les autres avec les terrains tertiaires, et avoir aujourd'hui leur maximum de développement générique dans les deux familles.

6e Classe : ANNÉLIDES.

§ 409. Les annélides sont caractérisés par un corps allongé, vermiforme, divisé en anneaux nombreux. La plupart vivent à nu; quelques-uns sont protégés par un tube, souvent calcaire, d'autres fois presque membraneux et fortifié par des grains de sable et divers autres débris. Ce tube est presque la seule trace qui nous reste des espèces qui ont vécu dans les mers anciennes; d'autres fois, cependant, des roches à sédiments fins ont conservé des empreintes des espèces nues.

§ 410. Ordre des ANNÉLIDES TUBICOLES. Leurs caractères paléontologiques sont d'avoir l'animal subcylindrique protégé extérieurement par une enveloppe testacée calcaire ou formée par des grains de sable agglutinés; leur forme est tubulaire ou vermiforme, diversement contournée ou enroulée en spirale. La famille des SERPULIDÆ renferme les genres suivants, pour ainsi dire arbitraires :

§ 411. G. *Serpula*, Linné, lorsque la coquille solide, testacée, fixe ou à moitié libre, forme un long tube s'accroissant toujours, contourné diversement, groupé ou solitaire, à ouverture terminale. On en connaît depuis l'étage dévonien jusqu'à nos jours, où se montre le maximum de développement spécifique (*fig.* 141).

§ 412. G. *Spirorbis*, Daudin. La coquille fixe est enroulée en spirale sur le corps, où elle est parasite. Les espèces sont distribuées comme les *Serpula*.

§ 413. G. *Terebella*, Cuvier, dont le tube est formé de grains de sable

Fig. 141. Serpula flagellum.

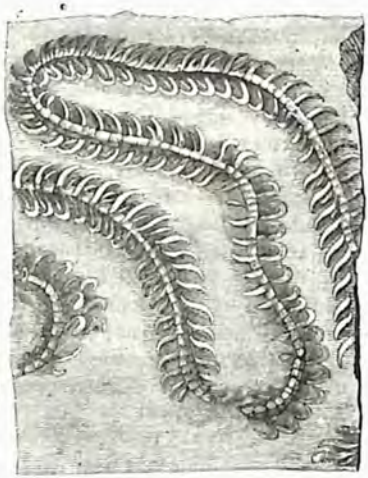


Fig. 142. Nereites Cambriensis.

agglutinés. On a rapporté à ce genre, peut-être avec raison, des espèces de l'étage oxfordien de Bavière.

§ 414. Ordre des ANNÉLIDES DORSIBRANCHES. Leur corps, nu, divisé en anneaux, porte latéralement des faisceaux de poils, des pieds ou des filaments. Les branchies sont le long du corps vermiforme et très-allongé. On a rapporté à cet ordre des empreintes physiologiques très-remarquables qui ont été découvertes dans l'étage silurien des terrains paléozoïques. Le seul exemple qui nous paraît certain est le *Nereites cambriensis* (*fig.* 142).

Observations relatives aux animaux Mollusques et Rayonnés.

§ 415. Les deux séries animales que nous avons à traiter, étant incomparablement les plus nombreuses en genres et en espèces fossiles, et leurs restes s'étant montrés avec abondance depuis la première animalisation du globe jusqu'à nos jours, nous avons dû les considérer comme

les plus indispensables à tout travail paléontologique sérieux. Ne voulant pas nous borner, dans cet ouvrage, à des données vagues ou prises sans discussion dans les auteurs, mais ayant, au contraire, le désir de fixer, sur des *bases solides*, les éléments paléontologiques généraux, nous n'avons pas balancé à prendre pour ces bases les *animaux mollusques et rayonnés* sur lesquels, après de longues recherches sur le sol de la France, nous sommes parvenus à réunir plus de *cent cinquante mille échantillons*. Possédant, en effet, dans notre collection, un nombre aussi considérable de documents recueillis par nous dans leur position stratigraphique rigoureuse, et sur lesquels il ne pouvait rester de doutes, nous avons pensé à nous servir de ces faits bien discutés, et sur lesquels nous avions d'innombrables observations paléontologiques et géologiques, comme point de départ de nos comparaisons avec les données inscrites dans les différents ouvrages. Ces données offrant, ainsi que nous l'avions reconnu dans notre *Paléontologie française*, les contradictions les plus extraordinaires, sous le double rapport de la zoologie et de la géologie, il devenait donc préalablement indispensable de les discuter de la manière la plus sévère, afin de ramener les genres et les espèces à leurs limites réelles, et de faire disparaître toutes les erreurs géologiques qui pouvaient résulter de faux rapprochements.

Nous avons entrepris cet immense travail, qui ne nous a pas coûté moins de *trois années* de recherches, indépendamment des travaux partiels renfermés dans notre Paléontologie française. Il s'agissait, non-seulement de tous les faits contenus dans notre collection, mais encore de tous les documents paléontologiques certains publiés jusqu'à ce jour, discutés sous le rapport de l'âge géologique, sous celui du véritable genre auquel appartient l'espèce, sous le rapport de l'identité de l'espèce, et enfin sous celui du nom qui doit rester à chacune de ces espèces comparée à l'ensemble des autres espèces vivantes et fossiles. Ce travail, terminé à la fin de 1847, et qui va paraître sous le nom de *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés* (1), renferme tous les documents paléontologiques desquels sont déduites nos généralités partielles, les généralités d'ensemble et les tableaux qui vont suivre.

Ces généralités seront donc basées sur l'étude comparative de près de *dix-huit mille espèces*, ou du même nombre de faits dont tout le monde peut apprécier la valeur dans l'ouvrage cité, auquel nous renvoyons pour toutes les citations de faunes géologiques successives, pour toutes les espèces des genres cités et pour les discussions critiques des espèces, notre cadre ne nous permettant pas de le faire ici.

(1) Cet ouvrage paraîtra dans quelques mois. Il se compose de deux vol. in-12, de 500 pages.

Les dix-huit mille espèces qui servent de base à nos généralités sont réparties dans les étages, comme nous les indiquons dans le tableau suivant, où l'on pourra juger de la valeur numérique des espèces qui caractérisent chaque étage et chaque terrain en particulier.

TERRAINS.	ÉTAGES.	NOMBRE PAR ÉTAGES des espèces de Mollusques.	NOMBRE PAR ÉTAGES des espèces d'animaux Rayonnés.	TOTAUX PAR ETAGES.	TOTAUX PAR TERRAINS.
TERTIAIRES....	27. Subapennin.....	444	162	606	6,040
	26. Falunien.....	2,903	160	3,063	
	25. Parisien.....	1,478	199	1,677	
	24. Suessonien.....	562	132	694	
CRÉTACÉS.....	23. Danien.....	47	17	64	4,098
	22. Sénonien.....	1,061	507	1,568	
	21. Turonien.....	218	148	366	
	20. Cénomanien.....	627	183	810	
	19. Albien.....	307	52	359	
	18. Aptien.....	146	4	150	
	17. Néocomien.....	656	124	781	
JURASSIQUES...	16. Portlandien.....	59	2	61	3,785
	15. Kimméridgien.....	184	16	200	
	14. Corallien.....	403	235	638	
	13. Oxfordien.....	499	230	729	
	12. Callovien.....	253	25	278	
	11. Bathonien.....	407	125	532	
	10. Bajocien.....	508	94	602	
	9. Toarcien.....	273	14	287	
	8. Liasien.....	270	13	283	
	7. Sinémurien.....	163	12	175	
TRIASIQUES....	6. Salifèrien.....	619	114	733	840
	5. Conchylien.....	104	3	107	
PALÉOZOIQUES.	4. Permien.....	82	9	91	3,184
	3. Carbonifèrien.....	887	161	1,048	
	2. Dévonien.....	1,054	146	1,200	
	1. Silurien.. B. Supérieur ou *Murchisonien*..	356	61	418	
	1. Silurien.. A. Inférieur ou *Silurien*.....	375	52	427	
	TOTAUX GÉNÉRAUX.....	14,947	3,000	17,947	17,947

CHAPITRE VIII.

TROISIÈME EMBRANCHEMENT : ANIMAUX MOLLUSQUES.

§ 416. Point de squelette intérieur ni extérieur, articulé ou annelé. Le corps de ces animaux est mou, recouvert d'une peau flexible, contractile, dans ou sur laquelle se forment des plaques cornées ou calcaires, qu'on nomme *coquilles*. Leurs principaux organes sont pairs et symétriques ; ils affectent le plus souvent, dans leur ensemble, une disposition courbe, de manière à rapprocher la bouche de l'extrémité opposée.

§ 417. Les coquilles sont, dans la plupart des cas : externes ; à moitié internes ou dermales, placées dans un repli du manteau, mais communiquant, par une petite partie, avec l'élément ambiant; elles sont totalement dermales, renfermées entre les couches du derme Malgré la différence de leur position interne ou externe, les coquilles se forment et s'accroissent suivant les mêmes lois. On peut diviser ce mode de formation en trois catégories, suivant que les molécules calcaires viennent se placer sur leur pourtour seulement, sur toutes leurs parties internes ou sur toutes leurs parties externes.

Une fois le *nucleus* formé, l'accroissement des coquilles a lieu par la juxtaposition de molécules calcaires plus ou moins chargées de parties animales, par lames ou par couches obliques, en dedans de l'épiderme, et successivement les unes sur le bord et en dedans des autres. Le bord du manteau ou du collier est l'organe qui dépose ces lames pendant toute la durée de l'accroissement. C'est ainsi que se forment et s'accroissent constamment, par le bord, les couches extérieures feuilletées, obliques, des coquilles qui contiennent les couleurs chez les céphalopodes, les gastéropodes et les acéphales. On peut, du reste, toujours les reconnaître, dans la fossilisation, par exemple, parce qu'elles se détachent des autres, et dans le test extérieur de beaucoup de coquilles. Nous désignerons ces couches sous le nom de couches *dermales*.

Indépendamment de cet accroissement par les couches dermales obliques et concentriques, les coquilles s'épaississent encore constamment, sur toutes les parties internes, par des couches que nous appellerons *intérieures*. Plus serrées, plus minces que les couches dermales, les couches intérieures sont formées de lames qui suivent les contours intérieurs de la coquille, et ne sont plus déposées seulement par le bord du manteau, mais bien par toute sa surface et par les muscles mêmes. Ces couches, toujours distinctes des premières et s'en séparant facile-

ment, soit par la calcination, soit par la fossilisation, sont de deux natures différentes. Les plus ordinaires sont souvent incolores; tout en leur ressemblant beaucoup, elles sont d'un tissu plus serré, plus compacte que les couches dermales. Elles forment, enduisent et polissent toutes les callosités intérieures, et de plus ces encroûtements intérieurs si remarquables des *Hippopodium*, ou encore ces espèces de cloisons successives qu'on remarque dans l'intérieur de la spire de quelques gastéropodes, cloisons ou épaississements qui remplissent le commencement de la coquille, à mesure que l'animal, augmentant toujours par le bord, son enveloppe extérieure s'éloigne trop du principe de la spire pour en occuper l'extrémité.

Les couches intérieures les plus remarquables sont, sans contredit, ces dépôts chatoyants, nacrés ou irisés, déposés par lames horizontales, qui tapissent l'intérieur de beaucoup de coquilles, dont les couches dermales sont blanches, mates ou colorées, mais jamais nacrées. On doit encore à ces couches nacrées les cloisons aériennes des *Nautilus*, des *Ammonites*.

Toutes les coquilles, tandis qu'elles s'accroissent par le bord au moyen des couches dermales, se consolident, s'épaississent en dedans, sur tous les points, par leurs couches intérieures.

Le troisième mode de consolidation des coquilles, par leurs parties externes seulement, est le plus exceptionnel. Il a lieu principalement chez les genres qui ont une coquille dermale cachée dans les téguments, dont le test se couvre, en dessus, de granulations postérieures à son accroissement. On le retrouve plus rarement chez les mollusques pourvus d'une coquille externe, où, par exemple, un ou deux lobes du manteau viennent déposer, sur la coquille complétement formée, des couches très-minces, polies, brillantes, qui tendent à l'épaissir constamment (les *Cypræa*). On le retrouve encore chez l'*Argonauta*, où les bras palmés, remplissant les fonctions ordinaires du manteau, déposent autant de parties calcaires en dehors qu'en dedans de la coquille. Nous désignerons ce mode d'encroûtement par le nom de *couches extérieures*. Souvent elles se déposent simultanément avec les deux autres.

En résumé, la coquille externe ou interne étant le produit d'une sécrétion mucoso-calcaire déposée entre le réseau vasculaire et l'épiderme, tous ses points internes recouvrant l'être qui la porte ou même y adhérant, elle est certainement une partie intégrante de l'animal. Ce fait admis, la coquille doit, dans certaines limites, reproduire extérieurement ou intérieurement les formes des mollusques et leurs caractères organiques. En effet, on la voit se modeler sur le manteau et en prendre la forme, ainsi que celle des muscles. Lorsque le manteau est ovale, elle l'est aussi. Lorsque le manteau se contourne en spirale ou lorsqu'il est

conique, la coquille le suit extérieurement et intérieurement. Lorsque le manteau forme deux lobes latéraux, il y a deux coquilles symétriques, dans le cas où ces lobes sont égaux, et deux coquilles inégales dans le cas où ils sont inégaux. Lorsque enfin quelques parties n'ont pas été recouvertes par les deux coquilles, qu'on appelle alors *valves*, un plus grand nombre de pièces testacées devient nécessaire pour les protéger. Indépendamment de ces pièces testacées, qu'on nomme coquilles et qui dépendent du manteau, il en est de moins importantes fixées au pied. Ces pièces testacées ou cornées, toujours médiocres, ont été, d'après leurs fonctions, nommées *opercules*.

§ 418. Suivant sa position, sa forme générale extérieure ou intérieure, la coquille change de fonctions dans l'organisme des mollusques. Externe, elle est presque toujours un corps protecteur, soit de l'ensemble de l'animal, soit d'une ou de plusieurs de ses parties. En effet, quand elle se trouve assez grande pour loger l'animal contracté, qu'elle soit spirale, conique, composée d'une pièce ou de deux, elle sert évidemment à le soustraire aux atteintes extérieures auxquelles l'expose sa nature mollasse. Rudimentaire seulement, elle en protége les branchies ou les parties les plus délicates.

Placée au milieu des téguments, la coquille interne ne peut conserver les mêmes fonctions. Par sa position longitudinale, elle doit soutenir la masse charnue, comme les os des mammifères ; donner à l'animal des points d'appui dans la contraction musculaire, et dès lors plus de force dans sa natation.

La singulière disposition des loges aériennes que présente l'intérieur de quelques coquilles dénote encore d'autres fonctions que nous décrirons avec détail, en parlant des céphalopodes. Ces fonctions sont des moyens d'allége donnés par la nature à tous les animaux, pour rétablir l'équilibre et les rendre plus légers, par l'addition de nouvelles loges aériennes, au fur et à mesure qu'ils grandissent et que leur corps se développe. Elles sont analogues à celles de la vessie natatoire des poissons.

Dans presque tous les cas, la coquille remplit des fonctions très-compliquées ; si, par son extension, elle abrite l'animal ; si, par ses loges aériennes, elle fait l'office d'allége, il est certain que, par les différents muscles qui s'y rattachent, elle sert encore de point d'appui, de centre de mouvement. C'est, en effet, sur la paroi interne des coquilles que s'insèrent les leviers puissants qui servent, dans la contraction, à fermer si brusquement une coquille bivalve, ou à rapprocher l'opercule de l'ouverture des coquilles spirales, afin de garantir l'animal des atteintes extérieures. C'est aussi sur les coquilles que portent les points d'appui de contraction des bivalves, et de presque toutes les parties des gastéropodes.

La coquille étant, comme on le voit, non-seulement un corps protecteur, mais encore un point d'appui du mouvement, on doit croire qu'elle se façonne sur l'animal de manière à en reproduire toutes les parties. C'est, en effet, ce qu'on observe presque toujours. Certaines coquilles ont, à leur partie antérieure, un canal proportionné au tube respiratoire qui en sort; certaines autres ont un bâillement du côté anal, pour le passage de l'énorme siphon dont elles sont pourvues; d'autres ont, pour le passage de leur pied volumineux, une ouverture buccale entre leurs valves.

§ 419. **Période embryonnaire des coquilles.** Les coquilles étant une partie toujours appréciable de l'organisation des mollusques, et se conservant dans les couches terrestres de toutes les époques de l'animalisation de notre planète, demandent une attention d'autant plus particulière, que leur étude plus ou moins complète peut compromettre les déductions générales qu'on en pourrait tirer. La coquille se forme quelquefois après que le jeune mollusque est sorti de son œuf; des mollusques pourvus de coquille à la sortie de l'œuf la perdent plus tard, tandis que le plus grand nombre des mollusques munis de coquilles l'ont déjà formée à la sortie de l'œuf, et la conservent, la façonnent de différentes manières, tout le temps de leur vie. Pour bien faire comprendre les changements apportés par l'âge embryonnaire, nous croyons devoir les diviser en trois catégories : 1° suivant qu'ils modifient la forme de cette coquille, 2° suivant qu'ils montrent des ornements qui disparaissent dans l'âge adulte; ou 3° enfin, suivant que ces ornements sont plus simples à cette période que plus tard.

Les coquilles dont l'âge embryonnaire diffère complétement de l'âge adulte sont infiniment plus nombreuses qu'on ne pourrait le croire. Nos recherches à cet égard nous les ont fait retrouver dans une foule de cas où les annales de la science ne les avaient pas encore signalées. Des coquilles sont libres dans le jeune âge et fixées dans l'âge adulte (*Vermetus*, *Hinnites*, etc.). Celles-ci sont, dès lors, infiniment plus régulières à cette première période que dans le reste de leur accroissement, où leur fixité les oblige à subir toutes les conséquences de la localité où elles se trouvent, qu'elles soient fixées par l'animal, par la coquille, ou qu'elles soient retenues dans une cavité qu'elles creusent. Parmi les coquilles libres, l'âge embryonnaire ou le *nucleus* est surtout très-remarquable chez beaucoup de gastéropodes et de nucléobranches. Dans certains cas, par une bizarrerie singulière, au lieu de suivre, dans sa spire, un seul axe d'enroulement, ce nucleus en change tout à fait avec l'accroissement. Il est d'abord, par exemple, suivant une verticale; mais, à l'instant où il laisse l'âge embryonnaire, il prend subitement une autre direction, et l'axe nouveau de cet enroulement forme, avec le pre-

mier, un angle de 90°, qui se continue ensuite durant toute la vie de l'animal (*Turbonilla*). D'autres fois, ce nucleus, long, turriculé, formé de tours nombreux d'un enroulement oblique, abandonne tout de suite ce mode d'accroissement pour s'enrouler sur le même plan. Dans quelques autres circonstances, le nucleus, contourné en spirale latérale, s'évase plus tard et forme une coquille en capuchon, à côtés égaux (*Capulus*), ou bien une coquille qui continue à s'enrouler latéralement, mais s'élargit tout à coup d'une manière extraordinaire, et devient bien différente de celle du jeune âge. Il reste enfin une multitude de coquilles dont le nucleus, sans montrer d'aussi grandes différences, est pourtant bien distinct du reste de la coquille, qu'il soit plus allongé que le reste ou que ses tours soient plus rentrés et forment un angle plus ouvert. Certaines coquilles commencent encore par un cône étroit et aigu, qui devient caduc et tombe, lorsque la coquille adulte, changeant de forme, a pris un aspect tout différent (*Cuvieria*).

Les coquilles dont l'âge embryonnaire montre des ornements extérieurs, qui disparaissent plus tard, sont plus nombreuses que les premières, et appartiennent à toutes les classes. On les retrouve, en effet, chez des céphalopodes, où la coquille commence par avoir des stries, des côtes, qui disparaissent dans l'accroissement. Beaucoup de gastéropodes sont aussi dans le même cas, ainsi qu'un grand nombre de bivalves ou d'acéphales.

Les coquilles dont l'âge embryonnaire est plus simple dans ses ornements extérieurs que le reste de l'accroissement forment, néanmoins, le plus grand nombre. C'est, en effet, on pourrait le dire, la règle générale, quand les autres ne sont que l'exception. On retrouve ce caractère chez presque tous les céphalopodes où la coquille est lisse, unie, quand même, plus tard, elle serait plus ou moins carénée et surchargée d'ornements. On le voit dans les coquilles de quelques nucléobranches, dans une multitude de gastéropodes et chez des acéphales.

Dans tous les cas, que l'âge embryonnaire des coquilles apporte plus ou moins de changement dans les formes, ou seulement dans les ornements extérieurs, ce changement n'est pas toujours le même. Lorsque ces modifications appartiennent à l'embryon, quand il était dans l'œuf, elles forment une partie distincte du reste de la coquille, circonscrite par un bourrelet ou par un sillon, qu'elles dépendent des différentes familles de gastéropodes ou d'acéphales. Alors cette première modification, ce premier âge peut recevoir le nom spécial de *nucleus;* mais, lorsque ces modifications sont postérieures à la sortie de l'œuf, elles ne sont marquées, sur la coquille, par aucun point d'arrêt dans l'accroissement. C'est, du reste, ce qui a lieu chez les céphalopodes, chez beaucoup de gastéropodes et d'acéphales. On retrouve quelquefois le nucleus

distinct, et, de plus, un accroissement postérieur également différent du reste. Cette circonstance s'est montrée principalement chez des gastéropodes et des acéphales.

§ 420. **Période d'accroissement des coquilles.** L'accroissement des coquilles peut être envisagé de deux manières : il est limité, ou pour ainsi dire indéfini, en ce sens qu'il dure tant que l'animal existe.

L'accroissement est limité principalement chez les gastéropodes. Il s'arrête effectivement pour toujours, lorsque certaines coquilles terrestres forment ce bourrelet qui entoure son ouverture, ce qui l'a fait nommer *péristome*. Il est encore limité quand d'autres coquilles marines forment leur bourrelet unique qui circonscrit la bouche, ou quand elles épaississent leur ouverture, soit par un rebord recourbé en dedans, soit par des digitations plus ou moins nombreuses, combinées avec l'épaississement général de ce bord.

L'accroissement des coquilles est souvent illimité chez les mollusques. On voit, par exemple, les céphalopodes croître tant qu'ils existent. Un nombre considérable de gastéropodes de tous les ordres sont dans le même cas, et tous les acéphales, sans exception, semblent suivre cette marche.

Parmi les coquilles dont l'accroissement dure tout le temps de l'existence, il en est chez lesquelles il est régulier, et pour ainsi dire uniforme, pendant toute la vie, comme on peut le remarquer parmi les céphalopodes, les gastéropodes et les acéphales ; mais il en est aussi chez lesquelles il admet des temps d'arrêt ou de repos. C'est, en effet, alors que se forment ces bourrelets, ces sillons espacés qui marquent les anciennes bouches de quelques ammonites. Ces bourrelets, également anciennes bouches, soit irrégulièrement espacés, soit sur trois faces, soit enfin alternes, qu'on remarque chez une infinité de gasteropodes, on pourrait même les retrouver dans les lames successives espacées de certaines bivalves.

Ces points d'arrêt momentanés ou définitifs pourraient fort bien être en rapport avec des périodes de reproduction et d'accouplement. On doit au moins le croire pour les coquilles des ammonites, toujours assez minces, et pour un nombre considérable de gastéropodes, chez qui la coquille est, dans l'intervalle de chaque bourrelet, si fragile qu'elle ne pourrait, sans se briser, se rapprocher d'autres corps durs ou se mettre en contact immédiat avec eux.

Dans les coquilles dont l'accroissement est limité, elles grandissent pendant un temps plus ou moins long, suivant les espèces, avant d'atteindre le *summum* de leur taille. Pendant cet accroissement, elles laissent peu à peu leurs ornements, leurs côtes, leurs stries pour les espèces qui doivent devenir plus simples, ou elles les prennent pour cel-

les qui doivent être plus compliquées. Enfin, les unes devenues lisses, les autres, s'étant chargées d'ornements plus ou moins variés, toutes atteignent leur grande taille. L'animal forme alors, comme nous l'avons dit, un bourrelet, des digitations ou diverses excroissances, selon les genres et les espèces, et ne grandit plus. Pendant le reste de son existence, ce rebord se renforce, la coquille s'épaissit ou de nouvelles couches se déposent sur les expansions ou digitations de ses bords.

Dans les coquilles dont l'accroissement est illimité, les choses se passent autrement. On voit, chez les ammonites, par exemple, succéder à la coquille lisse, les tubercules, les côtes, la carène, qui se marquent de plus en plus, pendant un temps plus ou moins long. Le même phénomène a lieu aussi chez quelques nautiles, tandis qu'au contraire d'autres perdent les ornements du jeune âge pour devenir plus simples. Quelques gastéropodes et des acéphales offrent encore des changements analogues, soit en s'ornant davantage, soit en se simplifiant. Il est à remarquer que, chez les gastéropodes, les ornements s'accusent en général d'autant plus fortement que les coquilles sont plus âgées.

§ 421. **Période de dégénérescence dans l'accroissement des coquilles.** La période de dégénérescence est surtout très-marquée chez les céphalopodes, où, par exemple, les côtes ou les tubercules latéraux s'éloignent, s'abaissent, disparaissent enfin, à mesure que la coquille s'accroît, et finissent par s'effacer entièrement, laissant alors la coquille aussi lisse dans son dernier tour que dans son état embryonnaire. La période de dégénérescence est rare chez les gastéropodes; car on ne peut appeler ainsi l'instant où, limitées dans leur accroissement, les coquilles ne font plus qu'épaissir au lieu de grandir. Elle est aussi rarement marquée chez des acéphales.

§ 422. **Variations naturelles des coquilles déterminées par les sexes.** Cette série de variations ne peut exister que chez les céphalopodes ou chez les gastéropodes à sexes séparés ; aussi est-elle exceptionnelle chez les mollusques ; néanmoins, comme elle joue quelquefois un grand rôle, nous croyons devoir en parler ici. Les variations de ce genre amènent seulement une plus grande largeur dans la coquille des femelles, sans que les ornements extérieurs changent beaucoup. Les osselets cornés internes de certains céphalopodes en montrent un exemple. Nous avons également remarqué ce fait dans les rostres des bélemnites ; et ce caractère est très-visible surtout chez les ammonites. On le retrouve encore dans la coquille de quelques gastéropodes ; mais le cas est rare.

§ 423. **Variations pathologiques des coquilles.** Les cas pathologiques doivent entrer quelquefois dans les causes d'erreur, lorsqu'il s'agit de la détermination des espèces. Ils se montrent, en effet, sous toutes les formes, suivant les classes. Chez les céphalopodes, des accidents pro-

duits par une blessure ont changé l'extrémité des rostres des bélemnites, ou même ont été assez extraordinaires pour servir à l'établissement de genres distincts. D'autres blessures amènent des modifications très-remarquables dans les ornements extérieurs des ammonites. Chez les gastéropodes, ces modifications changent quelquefois l'aspect des coquilles. La spire, par exemple, au lieu de suivre l'enroulement des autres individus de l'espèce, se contourne du côté opposé. D'autres fois, au lieu d'avoir l'angle spiral ordinaire à l'espèce, cette spire se détache, s'allonge plus ou moins et ne ressemble plus à celle des autres individus. Ces variations, assez communes chez les coquilles terrestres, sont assez rares chez les coquilles marines. On voit encore, dans cette classe, les résultats des blessures du manteau, qui laissent toujours des traces sur la coquille. Sans que ce soient précisément des cas pathologiques, on peut considérer comme des déformations ces accidents si nombreux des coquilles fixées par leur byssus ou par leur test, qui, gênées dans leur accroissement, prennent des formes bizarres déterminées soit par la place restreinte qui leur reste pour s'étendre, soit par les corps sur lesquels elles se moulent et dont elles reproduisent tous les ornements extérieurs.

§ 424. **Variations naturelles des coquilles déterminées par l'influence locale et par les possibilités vitales.** Les variations déterminées par l'habitat des coquilles sont immenses et peuvent souvent tromper l'observateur superficiel. Cette influence se montre dans les limites d'accroissement, dans les ornements extérieurs, ou même dans la forme et l'épaisseur des coquilles.

Les coquilles libres subissent de toutes les manières l'influence des lieux. On voit, par exemple, telle espèce terrestre ou d'eau salée, dont l'accroissement est limité, devenir fréquemment, suivant que les localités sont plus ou moins propices à son accroissement, plus grande du double en un lieu que dans un autre. La taille est donc loin de présenter un caractère constant. Quelquefois telles coquilles qui, par suite de leur tranquille accroissement, prennent dans une localité des ornements très-marqués, en manquent lorsqu'elles ont, au contraire, à lutter contre l'action incessante de la houle. Cette influence se remarque dans une foule de coquilles marines, parmi les gastéropodes et surtout parmi les acéphales, où la même espèce, prise dans une baie tranquille, dans un marais, est toute différente par ses côtes, par ses stries, et par l'épaisseur de la coquille, de ce qu'elle est sur une plage battue de la vague. On voit encore ces modifications se prononcer sur les espèces terrestres.

Si les coquilles libres, qui dès lors peuvent, jusqu'à certaines limites, choisir des conditions favorables d'existence, sont sujettes à une foule de modifications, ces modifications deviendront d'autant plus fortes chez

les coquilles fixées au sol, soit par leur animal, soit par leur coquille. Nous avons reconnu que, suivant l'espace que trouve telle espèce pour s'accroître, elle est large, demi-sphérique, longue et déprimée, ou bien étroite et très-haute. Nous avons encore remarqué que tels individus de gastéropodes ou de bivalves se sont modifiés dans leurs formes et dans leurs ornements, suivant les conditions favorables ou non favorables à leur plus grand développement, et l'état de calme ou d'agitation dans lequel l'élément aqueux les laisse s'accroître.

§ 425. **Limites de l'espèce dans les Mollusques**. D'après tout ce que nous venons de dire sur les variations déterminées par l'âge, par le sexe, par les cas pathologiques et par les influences locales, on concevra facilement que, sans ces connaissances préliminaires, qu'on ne peut acquérir, le plus souvent, que sur les lieux ou par une longue suite d'études, on ne saurait arriver à aucune détermination parfaite. Il ne s'agit pas, en effet, de fixer arbitrairement les limites de l'espèce dans le cabinet, en se basant sur des systèmes plus ou moins erronés; mais bien d'observer, de méditer et de discuter toutes les causes d'erreur qui peuvent influer sur une bonne détermination spécifique. Lorsqu'on n'aura d'autres guides que des caractères conchyliologiques, ce qui a lieu pour toutes les espèces fossiles, il conviendra de comparer un grand nombre d'individus recueillis dans la même couche, afin de s'assurer des diverses modifications, pour ne pas ériger en espèces de simples états d'accroissement, des variétés, des déformations ou des états de fossilisation (§ 181). En général, relativement aux céphalopodes, on devra surtout tenir compte des âges et des cas pathologiques. Pour les gastéropodes, les différences d'âge, les cas pathologiques, les influences locales, sont plus indispensables encore. Pour les acéphales, les brachiopodes, les âges et les influences locales doivent être surtout étudiés avec soin.

En résumé, les limites de l'espèce sont loin d'être uniformes dans les êtres. On voit, par exemple, les couleurs seulement donner de bons caractères spécifiques chez les oiseaux et chez les insectes; mais, chez les mollusques, les couleurs ne peuvent pas toujours être admises, bien qu'elles donnent quelquefois de bonnes indications pour les coquilles vivantes.

Les limites de l'espèce sont, chez les mollusques, bien tranchées et constantes, sans avoir, néanmoins, les mêmes bornes dans toutes les classes. La forme, la taille, ne sont pas toujours, en effet, des caractères constants chez les coquilles terrestres. Les couleurs, jointes à la forme, donnent, au contraire, d'excellents caractères pour beaucoup de coquilles marines libres. On peut dire qu'en ce qui concerne les animaux marins, les limites de l'espèce, abstraction faite des variations dont nous

avons parlé, sont d'autant plus étroites que l'animal est plus libre dans ses mouvements. Quelques céphalopodes, beaucoup de gastéropodes, d'acéphales libres, ont des limites très-restreintes, tandis que les gastéropodes et les acéphales fixés par l'animal ainsi que les brachiopodes, en demandent déjà de bien plus larges ; et ces limites doivent encore s'étendre beaucoup plus pour les gastéropodes et pour les acéphales, les brachiopodes et les bryozoaires fixés par leur coquille. Tel caractère qui, quoique peu saillant, distinguera suffisamment entre eux des céphalopodes, des gastéropodes et des acéphales libres, ne s'appliquera plus à la séparation des coquilles fixées par l'animal ou par le test lui-même.

Ce qui précède démontre que la bonne détermination de l'espèce dépend, dans les cas difficiles, des études plus ou moins approfondies de l'observateur, de son jugement plus ou moins juste et de sa sagacité. Cette réunion indispensable de connaissances nécessaires expliquera combien les erreurs ont dû se multiplier dans la science. Il est bien certain que des causes d'erreur de nomenclature, des causes d'erreur zoologique que nous venons de faire connaître, sont nées toutes les dissidences qui existent entre les observateurs ; dissidences considérablement augmentées, pour les espèces fossiles, par les variations qu'apportent la déformation (§ 181) et surtout la fossilisation.

§ 426. Il est certain que si les poissons ont été les plus nombreux, parmi les animaux vertébrés, les *Mollusques* pourront, à eux seuls, représenter trois fois l'équivalent numérique de tous les autres animaux fossiles réunis. Ils sont, en effet, très-multipliés depuis la première animalisation du globe jusqu'à nos jours.

Les mollusques ont quelquefois offert des exemples rares de conservation, les bélemnites de Christian-Malford (Angleterre), les *Acanthoteuthis* et les *Sepia* de Solenhofen (Bavière), ont montré l'empreinte complète de l'animal, conservant encore une partie des fibres musculaires du corps, des nageoires et des bras. Dans les mêmes localités, dans les schistes bitumineux du département de l'Ain, et dans le lias d'Hobden, on a rencontré, plus fréquemment encore, à l'état fossile, le sac qui contient l'encre ou la matière noire, et des parties cornées parfaitement conservées, comme les ongles des bélemnites, des *Acanthoteuthis* et les osselets internes cornés d'un grand nombre de céphalopodes. Il ne reste, le plus souvent, dans les couches terrestres, que les parties testacées, ou la coquille des mollusques. On trouve celle-ci entière dans sa position normale, avec ses diverses parties réunies, comme les deux valves des bivalves, par exemple, ou bien les parties séparées, mais intactes. D'autres fois les coquilles sont transformées, détruites, et ne montrent que des empreintes, des moules, des modèles ou des contre-empreintes.

On a indiqué, sans que cela soit bien prouvé, comme des traces physiologiques laissées par des bivalves marchant, des sillons tracés dans le lias de Wainlode-Cliff, au comté de Glocester (Angleterre).

Les mollusques se divisent en six classes : les *Céphalopodes*, les *Gastéropodes*, les *Lamellibranches* ou *Acéphales*, les *Brachiopodes*, les *Tuniciens* et les *Bryozoaires*. Les tuniciens seuls sont inconnus à l'état fossile.

1re Classe : MOLLUSQUES CÉPHALOPODES. Cuvier.

Mollusca brachiata, Poli. — *Céphalophores*, de Blainville.

§ 427. **Animal** libre, formé de deux parties distinctes : l'une postérieure, le corps, ouvert en avant, contenant les viscères et les branchies; l'autre, antérieure ou céphalique, portant des bras ou des tentacules. *Corps* variable, rond, allongé, cylindrique, pourvu ou non de nageoires, se rattachant à la tête par des brides fixes, ou au moyen d'un appareil facultatif particulier; logé dans une coquille uniloculaire; dans la dernière cavité d'une coquille multiloculaire, ou renfermant, dans l'épaisseur des téguments, une coquille cornée, testacée, simple, spirale, formée de loges aériennes successives, traversées par un siphon. *Tête* volumineuse, plus ou moins séparée du corps, pourvue latéralement d'yeux saillants très-complets, d'oreilles ; en dessous, d'un tube locomoteur entier ou fendu ; en avant, de huit ou dix bras charnus, ou de tentacules nombreux. Au milieu des bras, un appareil buccal composé de deux mandibules cornées ou testacées agissant de haut en bas, de lèvres charnues, et d'une langue hérissée de crochets par lignes longitudinales. *Sexes* séparés sur des individus distincts, les uns mâles, les autres femelles. La respiration se fait au moyen des branchies inter-

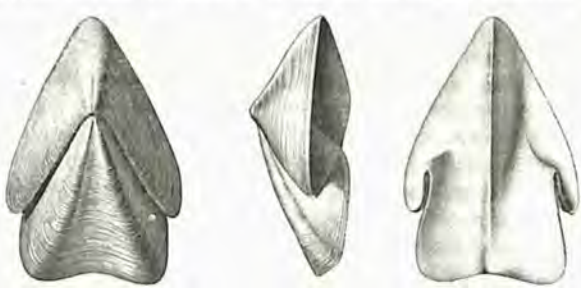


Fig. 143. Rhynchoteuthis Astieriana.

nes paires ou symétriques, au nombre de deux ou de quatre. Ces ani-

maux ont une excrétion singulière noire ou brune, qu'ils emploient à colorer l'eau, et qui est renfermée dans une poche spéciale.

§ 428. Les **organes de manducation**, chez les céphalopodes, se composent d'un bec formé de deux *mandibules* cornées ou calcaires. Le *bec*, organe puissant de manducation, est calcaire chez les *Nautilus*, les *Conchorhynchus* et les *Rhynchoteuthis* (Voy. *fig.* 143), corné chez les autres céphalopodes acétabulifères. Il se compose de deux mandibules qui agissent de haut en bas, et ressemblent beaucoup au bec d'un oiseau ; néanmoins, ce bec offre toujours une position inverse de celui de ces animaux, puisque la mandibule supérieure ne recouvre point l'inférieure, mais rentre, au contraire, dans l'inférieure, qui la recouvre ; position anormale, et souvent méconnue par ceux qui se sont occupés des céphalopodes.

§ 429. Les céphalopodes ont une coquille cornée ou calcaire, interne ou externe, partie souvent la seule conservée dans les couches de l'écorce terrestre du globe, et dès lors l'unique moyen qui soit resté de comparer les espèces antérieures à notre époque à celles qui existent maintenant dans les mers. Elle devient donc essentielle dans les caractères zoologiques des céphalopodes. La *coquille interne*, développée surtout chez les décapodes, est placée dans une gaine spéciale, entre deux couches de téguments, sur la ligne médiane en dessus du corps. Elle est testacée chez les *Sepia*, les *Beloptera*, les *Spirulirostra* ; elle est testacée et cornée chez les *Belemnites*, les *Conoteuthis*, tandis qu'elle est seulement cornée chez les *Loligo*, les *Ommastrephes*, etc. Lorsque la coquille interne est testacée, elle est ovale ou oblongue et contient toujours des loges aériennes.

Lorsque la coquille interne est cornée et testacée, elle s'allonge, forme une partie cornée, large ou étroite en avant, et une partie testacée en arrière, contenant des loges aériennes empilées les unes sur les autres et percées d'un siphon. Ces loges sont seulement recouvertes de test chez les *Conoteuthis*, tandis que, chez les *Belemnites*, elles sont protégées extérieurement par un rostre testacé, quelquefois très-long. Ce rostre, absolument identique de composition à celui de la *Sepia*, se forme de couches successives très-serrées, rayonnantes.

La coquille interne, seulement cornée, varie beaucoup suivant les genres. Chez les calmars, les teudopsis et les énoploteuthes, l'osselet figure une plume plus ou moins large. Comparées aux autres caractères, les diverses formes des coquilles internes nous donnent la certitude que chaque fois qu'elles éprouvent des modifications, il existe également des caractères zoologiques très-marqués, et dès lors des motifs puissants pour distinguer génériquement les animaux qui les renferment. En partant de ces résultats appliqués aux restes fossiles de céphalopodes, on

peut être certain, *à priori*, que des différences de formes entre les coquilles fossiles dénotent évidemment des formes zoologiques distinctes entre les animaux auxquels ces coquilles appartiennent. On peut, conséquemment, en toute assurance, établir, pour tous ces corps, des coupes nouvelles.

L'étude de la coquille interne, considérée quant à ses fonctions dans l'économie animale et à ses rapports de formes avec la force comparative de natation et les habitudes des céphalopodes, demande plus de développement. Les fonctions sont de trois espèces, qui diffèrent entièrement, en raison de telles ou telles modifications spéciales : 1° lorsque la coquille interne est cornée, elle sert tout simplement à soutenir les chairs, remplissant alors les fonctions des os des mammifères; 2° lorsqu'elle est cornée ou testacée, et qu'elle contient des parties remplies d'air, comme l'alvéole des bélemnites, non-seulement elle soutient les chairs, mais encore elle sert d'allége, en représentant, chez les mollusques, la vessie natatoire des poissons ; 3° lorsque, cornée ou testacée, pourvue ou non de parties remplies d'air, la coquille interne s'arme postérieurement d'un rostre calcaire, aux deux fonctions précédentes vient se réunir celle de résister aux chocs dans l'action de la nage rétrograde, ou peut-être de servir d'arme défensive, et c'est alors un corps protecteur.

Nous allons passer en revue ces trois séries de fonctions, en comparant leurs rapports avec les habitudes des animaux.

§ 430. **Premières fonctions.** La coquille interne est toujours placée en dessus, sur la ligne médiane longitudinale du corps, et logée sous les couches musculaires du dos, dans une gaine spéciale, où elle est quelquefois entièrement libre. Dans tous les cas, ses fonctions les plus simples sont de soutenir la masse charnue, d'affermir le corps et de lui permettre la résistance aux efforts de la natation; elles sont donc, alors, analogues à celles des os des animaux vertébrés. En général, on peut dire que le plus ou moins d'allongement de la coquille interne est toujours en rapport avec la vélocité de natation des animaux qui en sont pourvus.

§ 431. **Secondes fonctions.** La coquille interne qui, indépendamment de sa composition cornée ou testacée, contient des parties remplies d'air, est de différente structure. Elle est, chez la seiche, pourvue, en dessus, d'une partie testacée ferme, et contient, en dessous, une série de loges obliques, séparées, dans leur intérieur, par une foule de petits diaphragmes remplis d'air. Chez la spirule, c'est une coquille spirale formée de cloisons qui la séparent en compartiments irréguliers, aussi remplis d'air. Chez les spirulirostres, c'est une coquille analogue logée dans un rostre. Chez les conoteuthes, c'est un cône placé à l'extrémité

d'une coquille cornée et divisée en cloisons ; chez les bélemnites, c'est également un cône alvéolaire, placé à l'extrémité d'une coquille cornée dans un rostre calcaire terminal. Nous avons dit que nous considérions cette modification comme une simple fonction d'allége, analogue à celle des vessies natatoires des poissons. Nous fondons cette opinion sur ces deux seuls faits : 1° que ces coquilles surnagent à la surface des eaux, lorsqu'elles ont été retirées de l'animal ; et 2° qu'il y a coincidence constante de l'augmentation progressive du nombre des loges avec l'accroissement du corps de l'animal, comme pour maintenir constamment l'équilibre dans les diverses périodes de l'existence. En effet, la seiche, la spirule, avec leurs proportions massives, devaient avoir besoin de cet appareil pour s'aider dans leur natation ; et cela est si vrai que la spirule, avec sa forme plus arrondie, est pourvue, par la nature, d'une bien plus grande masse d'air que le conoteuthe, dont la forme dénote un animal infiniment plus agile et meilleur nageur. Chez la bélemnite, l'empilement des loges aériennes vient, sans doute, compenser le poids énorme du rostre calcaire de l'extrémité de l'osselet, qui, sans cette allége, obligerait l'animal à se tenir dans la position verticale, tandis que la station normale est généralement horizontale. Il résulterait donc, à n'en pas douter, de ce qui précède, que les loges aériennes, chez les genres cités, ainsi que chez les nautiles, les ammonites et toutes les autres coquilles divisées par des cloisons, ne sont que des moyens d'allége donnés par la nature à tous ces animaux, pour rétablir l'équilibre chez des êtres essentiellement nageurs, dont les formes sont souvent assez lourdes.

Le volume d'air contenu en dehors ou en dedans du corps, paraît être en raison inverse de l'allongement du corps, puisqu'il est très-grand chez la spirule et chez la seiche, dont le corps est très-massif, et qu'il est proportionnellement très-restreint chez le conoteuthe et la bélemnite, dont le corps était évidemment très-allongé. Ces résultats, joints aux résultats obtenus relativement à l'allongement du corps, comparé à la puissance de natation, prouvent que le volume d'air est aussi en raison inverse de cette même force de natation, puisque la spirule et la seiche, dont le volume d'air est très-grand, sont bien moins bons nageurs que les ommastrèphes, dont les conoteuthes et les bélemnites paraissent être si voisins. Il suffit, d'ailleurs, de comparer l'énorme volume d'air que doivent contenir les nautiles et les ammonites, avec la forme de leurs coquilles qui s'oppose à toute natation rapide, pour se persuader qu'il en est ainsi de tous les animaux pourvus de coquilles remplies d'air.

§ 432. **Troisièmes fonctions.** Les céphalopodes nagent au moyen de leur tube locomoteur. Dès lors, loin de se diriger la tête en avant, quand

ils veulent promptement échapper à la poursuite des autres animaux, ils sont, contrairement à la loi ordinaire, obligés d'aller à reculons, sans jamais pouvoir calculer la portée de leur élan ; c'est ainsi qu'ils s'élancent dans les airs, au sein des océans, ou qu'ils s'échouent sur la grève, près du littoral des continents. Les animaux qui vivent constamment au milieu des mers ne sont pas sujets à trouver d'obstacles dans leur nage rétrograde ; aussi leur osselet est-il entièrement corné, comme celui des onychoteuthes, des ommastrèphes, qui ne s'approchent que fortuitement des côtes ; mais, lorsque ces animaux sont exposés à rencontrer fréquemment des obstacles qui pourraient les blesser, lorsqu'ils s'élancent la tête en arrière sans être à portée de les apprécier, la nature les a pourvus d'une partie protectrice, consistant en un rostre calcaire, dur, le plus souvent aigu, capable de résister aux divers chocs (1). Cette partie rostrale est ordinairement conique ; elle termine, en arrière, l'extrémité de la coquille en une pointe indépendante des cloisons, chez la seiche et le spirulirostre, ou bien enveloppe et protége les loges aériennes chez la bélemnite, tout en se prolongeant bien au delà, en une pointe plus ou moins aiguë. Suivant cette explication, le rostre des seiches, des béloptères, des spirulirostres et des bélemnites, ne serait, zoologiquement parlant, qu'un corps protecteur, qu'une partie mécanique placée en arrière, du côté où l'animal s'avance, pour résister au choc sur les corps durs et le garantir de toute blessure organique. Cette partie n'aurait, dès lors, qu'une importance secondaire dans l'économie animale ; et la forme, par suite des fréquentes lésions, en serait, plus que celle de toutes les autres, susceptible de nombreuses modifications dans une seule et même espèce, ce qu'on observe, du reste, dans l'extrémité du rostre des bélemnites.

Défini pour ces fonctions, le rostre nous donne encore, en scrutant les faits, des résultats curieux et surtout très-utiles, comme application aux fossiles, sur les habitudes des animaux qui en sont pourvus. Le seul genre muni de rostre, parmi ceux qui vivent actuellement, est la seiche. La seiche est, sans contredit, le céphalopode le plus côtier. D'un autre côté, on n'a pas vu de rostre parmi les genres de céphalopodes des hautes mers, comme chez l'ommastrèphe, l'onychoteuthe, etc. On devrait donc croire que le rostre peut caractériser les animaux côtiers ; et cela avec d'autant plus de raison, que l'animal qui reste toujours au sein des océans n'en a pas besoin, et que ce corps protecteur n'est réellement utile qu'aux céphalopodes qui, se tenant plus souvent sur le lit-

(1) Nous avons toujours vu, chez les seiches, l'extrémité du rostre sortir en dehors des téguments. Il serait possible alors que le rostre pût encore servir d'arme, la pointe aiguë se trouvant peut-être dans les mêmes circonstances que les griffes des *Onychoteuthis*, qui ne sortent de leur membrane protectrice qu'à la volonté de l'animal.

toral, sont plus à portée de se heurter. Le rostre, en dernière analyse, dénoterait souvent un animal côtier.

Nous avons voulu passer en revue les diverses modifications des osselets internes des céphalopodes vivants, comparer leur composition, leurs formes, aux différentes fonctions qu'ils sont destinés à remplir, aux habitudes des genres qui en sont pourvus, afin d'arriver à pouvoir dire, par comparaison, ce que devaient être les céphalopodes dont il n'est resté, au sein des couches terrestres, que des parties plus ou moins complètes. C'est, en effet, en procédant ainsi, du connu à l'inconnu, qu'on parviendra sûrement et sans hypothèse à expliquer, par des faits bien constatés, ce que devaient être les animaux des faunes plus ou moins anciennes qui ont couvert le globe aux diverses époques géologiques.

§ 433. La coquille simple ou uniloculaire se voit seulement chez l'*Argonauta ;* elle est largement ouverte, symétrique, à peine enroulée en spirale et d'une contexture fibreuse, cornéo-calcaire, très-remarquable. Elle se distingue des autres coquilles par le manque de *nucleus* dans le jeune âge, et par sa composition, étant formée de deux couches appliquées l'une sur l'autre, l'une interne, l'autre externe, ce qui s'explique par son mode singulier de formation.

Les coquilles externes multiloculaires sont spéciales aux céphalopodes tentaculifères (*Nautilus*, *Ammonites*, etc.) ; elles se distinguent des coquilles multiloculaires internes propres aux céphalopodes acétabulifères, par la présence, au-dessus de la dernière loge aérienne, d'une cavité assez grande pour contenir l'animal. C'est ainsi que, chez les *Nautilus*, les *Ammonites*, etc., on remarque depuis un demi-tour jusqu'à un tour complet dépourvu de loges aériennes, et destiné à contenir et à protéger l'animal. Ces coquilles sont composées de deux couches, l'une extérieure, calcaire, terne, qui contient les couleurs, et l'autre intérieure, nacrée, sur laquelle viennent s'appuyer les cloisons également nacrées qui séparent les loges aériennes.

§ 434. Ces **cloisons** sont simplement arquées ou droites chez les *Nautilus*, les *Orthoceratites ;* elles sont anguleuses chez les *Aganiaes*, chez les *Clymenia*, et lobées, ramifiées à l'infini chez les *Ammonites*, les *Crioceras*. Lorsqu'on examine la forme de l'animal des nautiles, on voit que l'extrémité postérieure du corps est arrondie et sans aucune saillie à son pourtour ; aussi produit-il des cloisons de forme identique légèrement creuses pour le recevoir, ou, pour mieux dire, modelées sur lui. Par analogie, on doit croire que les *Clymenia* devaient avoir un appendice de chaque côté de l'extrémité du corps, afin de former les sinus latéraux qu'on remarque aux cloisons. On doit croire aussi que l'extrémité du corps avait plusieurs expansions ou pointes au pourtour, pour former les cloisons des *Aganides*, et que ces expansions, de plus

en plus lobées, représentaient de véritables arbuscules chez les ammonidées, afin de reproduire, à chaque cloison, ces lobes, si singulièrement ramifiés suivant chaque espèce, dans cette famille remarquable. Ainsi, les sinuosités extérieures des cloisons dépendent de la forme de l'extrémité du corps des animaux, et de la plus ou moins grande complication des productions charnues ou des lobes de cette partie.

Si l'on cherche quelles pouvaient être les fonctions, l'utilité de ces lobes dans l'économie animale, on pensera qu'ils servaient à l'animal à se cramponner dans sa coquille. Cela est si vrai que presque tous les genres qui possèdent des cloisons unies (*Nautilus*, *Orthoceratites*, *Lituites*) ont le siphon central par lequel l'animal pouvait retenir sa coquille, tandis que tous ceux qui ont ce siphon latéral (les *Ammonidées*, les *Aganides*), ne pouvaient donner qu'un point d'appui excentrique : dès lors leurs cloisons sont pourvues de lobes plus ou moins profonds. Toutes les parties anguleuses, digitées ou ramifiées, qui, en partant de la bouche, s'enfoncent dans la coquille, ont été appelées avec raison, *lobes* (*fig.* 144 D, L, E, A^1 2-4), par M. de Buch ; et les parties

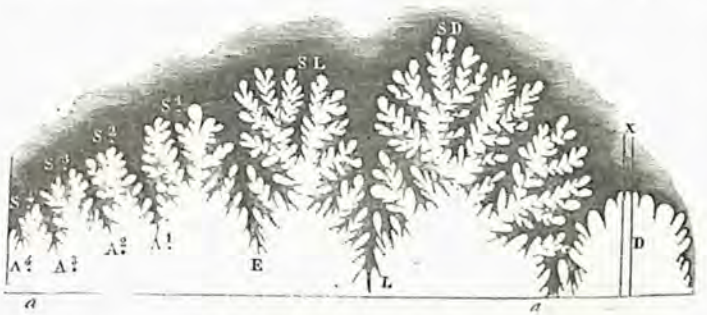


Fig. 144. Cloison de l'Ammonites Truellei.

saillantes en avant, qui les séparent, ont reçu du même savant le nom de *selles* (S D, S L, S^1, 2-4), parce qu'elles supportent les séparations des lobes, comme s'ils étaient à cheval dessus. De plus, il subdivise ces parties ainsi qu'il suit : le *lobe dorsal* (D) est unique, entoure le siphon (X), et occupe la région médiane du dos de la coquille ; en partant de ce lobe, le premier qu'on trouve, de chaque côté, est le *lobe latéral-supérieur* (L), placé, le plus souvent, vers le tiers de la hauteur de la bouche, en partant du dos. En s'éloignant encore plus du dos, le second lobe, de chaque côté, est le *lobe latéral-inférieur* (E), puis les autres lobes latéraux, quel que soit leur nombre, sont les *lobes auxiliaires*

(A^1, A^2, A^3, A^4). Contre le retour de la spire, il existe un lobe médian opposé au lobe dorsal ; c'est le *lobe ventral*. Les selles se subdivisent aussi : la première, entre le lobe dorsal et le lobe latéral-supérieur, est la *selle dorsale* (S D) ; la seconde, entre le lobe latéral-supérieur et le lobe latéral-inférieur, est la *selle latérale* (S L) ; les autres, les selles auxiliaires (S^1, S^2, S^3, S^4) (1).

Toutes les coquilles multiloculaires des céphalopodes sont percées d'un *siphon*. On appelle ainsi un tube qui part de la première cloison, et qui se continue jusqu'à la dernière sans communiquer avec l'intérieur des loges aériennes. Il en résulte que ce siphon, loin de pouvoir donner aux céphalopodes la faculté de remplir leurs loges d'air ou d'eau, à la volonté de l'animal, en est, au contraire, entièrement séparé, et ne communique nullement avec elles. C'est un tube indépendant qui les traverse et reçoit un organe creux, charnu, cylindrique, placé à l'extrémité du corps.

Les coquilles externes des céphalopodes sont ou non symétriques. Elles sont symétriques dans le plus grand nombre des cas, c'est-à-dire qu'une ligne pourrait les séparer en deux portions absolument égales. Trois genres, les *Turrilites*, les *Heteroceras* et les *Helicoceras*, sont les seuls non symétriques, en ce sens qu'au lieu de former une spirale enroulée sur le même plan, cette spirale s'enroule obliquement, et alors la coquille montre d'un côté une spire saillante, conique ; de l'autre, un *ombilic*, formé, au milieu, par le tour contigu ou non.

Nous divisons les céphalopodes en deux ordres :

1er Ordre : ACETABULIFERA, Fér. et d'Orb. (*Cryptodibranches*, Blainville, Férussac ; *Dibranchiata*, Owen).

§ 435. **Coquille**, lorsqu'elle existe, rarement externe, le plus souvent interne. Externe, elle est spirale, et ne contient point de loges aériennes ; interne, elle est cornée ou testacée, pourvue ou non de loges aériennes, mais n'ayant jamais, au-dessus de cette dernière loge aérienne, de cavité propre à loger l'animal.

§ 436. Les **céphalopodes acétabulifères** (2), renferment deux divisions : une première, nommée d'après le nombre des bras, OCTOPODA, ne renferme encore à l'état fossile que le seul genre *Argonauta*, Linné, caractérisé par sa coquille externe, enroulée sur le même plan, et sans

(1) La ligne *a*, *a*, est la ligne que nous appelons du *rayon central* ; c'est une ligne tirée de l'extrémité du lobe dorsal jusqu'au centre de la spire, pour montrer l'inclinaison de l'ensemble, par rapport à cette ligne.

(2) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, le tableau n° 6 ; pour le nom et la répartition des espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* ; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains crétacés et jurassiques, notre *Paléontologie française* ; et pour les espèces vivantes, nos *Céphalopodes acétabulifères*, publiés avec M. de Férussac.

loges aériennes internes. La seule espèce connue, *A. hians*, est de l'étage subapennin de Piémont.

§ 437. La seconde division des Céphalopodes, appelée d'après le nombre des bras, DECAPODA, se divise en plusieurs familles :

§ 438. La famille des SEPIDÆ est caractérisée par une coquille interne, remplie, lorsqu'elle existe, de locules irrégulières, non traversées par un siphon. On ne connaît à l'état fossile que le seul G. *Sepia*, Linné, pourvu d'une coquille testacée ovale, déprimée, régulière, remplie, en dessous, de locules irrégulières. Les espèces se sont montrées dans l'étage oxfordien des terrains jurassiques, dans l'étage parisien des terrains tertiaires, et sont à leur maximum dans les mers actuelles.

§ 439. La famille des SPIRULIDÆ est toujours munie d'une coquille interne testacée, formée de loges aériennes percées d'un siphon, renferme deux genres fossiles.

§ 440. G. *Beloptera*, Desh. Coquille enveloppée dans un rostre calcaire allongé, obtus, formé de loges aériennes placées sur une ligne presque droite. Ce genre perdu ne se trouve que fossile, dans les étages suessonien et parisien des terrains tertiaires.

§ 441. G. *Spirulirostra*, d'Orb. Coquille enveloppée dans un rostre calcaire acuminé, formée de loges aériennes constituant une spirale : la seule espèce connue, le *S. Bellardii*, d'Orb., est de l'étage falunien des terrains tertiaires des environs de Turin (*fig.* 145).

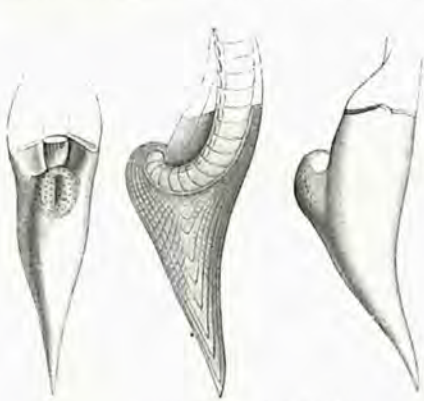


Fig. 145. Spirulirostra Bellardii.

Fig. 146. Beloteuthis subcostata.

§ 442. La famille des LOLIGIDÆ, est munie d'une coquille interne

cornée, en forme de plume ou de spatule, sans loges aériennes. On connaît à l'état fossile, les genres suivants :

§ 443. G. *Loligo*, Lamarck. Coquille en forme de plume étroite en haut. On n'en connaît qu'une espèce fossile de l'étage toarcien des terrains jurassiques. Le maximum de développement du genre a lieu dans les mers actuelles.

§ 444. G. *Teudopsis*, Deslongchamps. Coquille cornée en cuiller, étroite en haut. Toutes les espèces fossiles sont des terrains jurassiques et propres à l'étage toarcien.

§ 445. G. *Leptoteuthis*, Meyer. Coquille cornée en fer de lance, très-large en haut, acuminée en bas. La seule espèce connue, le *L. gigas*, Mey., est de l'étage oxfordien des terrains jurassiques.

§ 446. *Beloteuthis*, Münster. Coquille cornée, oblongue, acuminée en avant, élargie et pourvue de deux expansions aliformes en arrière. On en a découvert une seule espèce fossile, le *B. subcostata*, Münster, de l'étage toarcien, d'Ohmden, terrains jurassiques (*fig.* 146).

§ 447. G. *Belemnosepia*. Agassiz. Coquille élargie et tronquée en avant, spatuliforme et acuminée en arrière. Toutes les espèces connues sont des terrains jurassiques et propres à l'étage toarcien.

§ 448. La famille des Teuthidæ est pourvue d'une coquille interne cornée, très-allongée, en forme de flèche, et sans loges aériennes. Les genres suivants se trouvent à l'état fossile.

§ 449. G. *Enoploteuthis*, d'Orb. Coquille cornée, très-longue, très-étroite, en plume ; des bras pourvus de crochets. Une espèce est fossile, de l'étage oxfordien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 450. G. *Acanthoteuthis*, Wagner. Coquille cornée en glaive étroit, sans ailes ; des bras pourvus de crochets cornés. On en connaît une espèce de l'étage oxfordien de Bavière.

§ 451. G. *Ommastrephes*, d'Orb. Coquille cornée en forme de flèche, pourvue d'un godet inférieur creux. On en connaît plusieurs espèces fossiles de l'étage oxfordien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes et froides.

§ 452. La famille des Belemnitidæ se compose de genres munis d'une coquille interne cornée et testacée, pourvue de loges aériennes empilées sur une ligne, et percées d'un siphon latéral et marginal. Tous les genres de cette famille sont perdus.

§ 453. G. *Conoteuthis*, d'Orb. Coquille étroite en avant, terminée en arrière par un godet conique rempli de loges aériennes. La seule espèce connue est de l'étage aptien, terrains crétacés.

§ 454. G. *Belemnitella*, d'Orb. Coquille large en avant, terminée, en arrière, par un cône alvéolaire, rempli de loges aériennes, recouvertes d'un rostre calcaire, conique, pourvu d'une fissure inférieure. Toutes

sont des terrains crétacés ; commencent avec l'étage cénomanien ; ont leur maximum avec l'étage sénonien (*fig.* 147).

§ 455. G. *Belemnites.* Coquille comme celle des *Belemnitella*, mais sans fissures inférieures au rostre. Les espèces au nombre d'environ 60 se sont montrées, pour la première fois, avec l'étage sinémurien ; elles ont eu leur maximum de développement avec l'étage néocomien, et ont cessé d'exister avec l'étage cénomanien. Depuis le premier étage qui en contient, jusqu'au dernier, elles se sont toujours montrées. Toutes les espèces sont caractéristiques de leur étage, et même des groupes particuliers de forme se montrent à chaque époque ; ainsi les espèces *canaliculées* sont des étages bajocien et bathonien ; les espèces *lancéolées* à canal, de l'étage oxfordien; les espèces *en massue* sans canal, de l'étage liasien, et les espèces *comprimées* de l'étage néocomien.

Fig. 147. Belemnitella mucronata.

Nous plaçons à la suite des céphalopodes acétabulifères, quelques genres dont nous ne connaissons encore que le bec testacé fossile, qui ne peut se rapporter à aucun genre vivant, et qui caractérise certainement des genres perdus.

§ 456. G. *Conchorhynchus*, Blainv. Bec triangulaire, convexe en dessus, concave en dessous, pourvu, antérieurement en dessous, d'une surface dentaire costulée. Toutes les espèces sont des étages conchylien et salifèrien des terrains triasiques.

§ 457. G. *Rhynchoteuthis*, d'Orb. Bec triangulaire, convexe en dessus, non concave en dessous, formé de deux parties, l'une antérieure, aiguë, l'autre postérieure avec des ailes latérales. Les espèces, au nombre de 8 connues, ont commencé au maximum, avec l'étage callovien des terrains jurassiques, et ont disparu avec l'étage sénonien des terrains crétacés (Voy. *fig.* 143).

§ 458. G. *Palæoteuthis*, d'Orb., 1847. Bec voisin des *Rhynchoteuthis* mais bien plus étroit, très-pointu, lancéolé en avant, sans ailes latérales, pourvu seulement d'un talon postérieur, plus large que le reste. Une seule espèce connue est de l'étage callovien.

2e Ordre : TENTACULIFERA, d'Orb. (1) (*Siphonifères*, d'Orb. *Siphonoidea* de Haan. *Tetrabranchiata*, Gwen).

§ 459. Les coquilles de cette division se distinguent des autres en ce

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 5 ; pour le nom, la synonymie et la répartition de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* ; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains crétacés et jurassiques, notre *Paléontologie française*.

qu'elles sont toujours externes, qu'elles renferment l'animal, et, dès lors, sont toujours pourvues, au-dessus de la dernière cloison aérienne, d'une grande cavité propre à loger l'animal, caractère essentiel, que la fossilisation ne peut détruire. Ces coquilles sont pourvues d'un siphon qui traverse toutes les loges aériennes sans communiquer avec elles. Suivant que ce siphon est au milieu ou presque au milieu de la cloison, sur le bord interne ou externe de la coquille, nous les divisons en trois familles ; car le siphon est, pour nous, d'une immense valeur, puisque sa place accompagne toujours la modification des autres organes.

§ 460. 1re famille : NAUTILIDÆ. Siphon placé au milieu ou presque au milieu des cloisons que forment les loges aériennes. Coquille spirale ou droite, à cloisons simples ou sinueuses, non ramifiées, ni anguleuses sur leurs bords, pourvue d'une ouverture généralement sinueuse, au bord interne dorsal. Nous y réunissons les genres suivants tous perdus, à l'exception du genre *Nautilus*.

§ 461. G. *Nautilus*, Linné. Coquille spirale, enroulée sur le même plan, à tours de spire à tous les âges contigus, apparents ou recouverts. Ce genre montre plus de

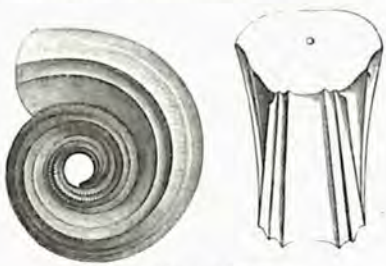


Fig. 148. Nautilus Kommckii.

Fig. 149. Nautilus Danicus.

112 espèces fossiles, dont les premières sont de l'étage dévonien, a eu son maximum de développement spécifique avec l'étage carbonifèrien,

après avoir traversé tous les étages ; on n'en connait aujourd'hui, dans les mers chaudes, que deux espèces vivantes, seuls représentants de ces genres si variés des tentaculifères fossiles.

Les nautiles ont presque toujours l'âge embryonnaire pourvu de stries, quand même elles seraient lisses plus tard. Les espèces *à tours à découvert* sont généralement des terrains paléozoïques ; les espèces *striées* longitudinalement sont, le plus souvent, des terrains jurassiques ; les espèces *radiées* sont plus propres aux terrains crétacés. Depuis 1825, nous avons rapproché des nautiles un bec testacé qu'on rencontre souvent fossile (*fig.* 148, 149).

§ 462. *Lituites*, Breynius. Coquille spirale, enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus dans le jeune âge, et se projetant ensuite en ligne droite. Siphon central ou sub-interne. Le maximum a lieu dans l'étage silurien, et les espèces ne passent pas l'étage murchisonien. On en connaît huit espèces (*fig.* 150).

Fig. 150. Lituites cornu-arietis.

§ 463. G. *Hortolus*, Montfort, 1808. Coquille spirale enroulée sur le même plan, à tours de spire non contigus, disjoints dans le jeune âge, et se projetant ensuite en ligne droite. Le genre qui renferme cinq espèces a commencé avec l'étage silurien, et a eu son maximum dans l'étage murchisonien.

§ 464. G. *Nautiloceras*, d'Orb. 1847. Ce genre ayant, comme les *Gyroceras*, la coquille enroulée sur le même plan, à tours de spire disjoints et non contigus, s'en distingue par son siphon subcentral. Les espèces connues ont leur maximum avec l'étage carbonifèrien, et remontent jusqu'à l'étage salifèrien.

§ 465. G. *Aploceras*, d'Orb. 1847. Ce genre, semblable, pour la forme, aux *Cyrtoceras*, de même, ayant la forme d'une simple corne arquée, a le siphon subcentral. Toutes ses espèces sont de l'étage carbonifèrien.

§ 466. G. *Gomphoceras*, Sow. 1839. *Apioceras*, Fischer, 1844. Coquille droite, fusiforme, rétrécie à l'ouverture, qui est comprimée. Siphon central. On en connait 10 espèces. Les premières sont de l'étage silurien, le maximum et les dernières à l'étage carbonifèrien.

§ 467. G. *Gonioceras*, Hall. 1847. Coquille droite, fortement comprimée, carénée sur les côtés. Siphon subcentral un peu externe. La seule espèce connue est de l'étage silurien.

§ 468. G. *Orthoceratites*, Breynius. Coquille droite, allongée, conique, siphon unique, simple, central ou subcentral. On en connait plus de 125 espèces, dont les premières sont de l'étage silurien. Le maximum a lieu dans l'étage dévonien, et les dernières vivaient dans l'étage saliférien.

§ 469. G. *Actinoceras*, Bronn. 1835. (*Conotubularia*, Trost, 1838. *Ormoceras*, *Huronia*, Stokes, 1840) Coquille droite, allongée, conique. Siphon central, formé extérieurement, de parties renflées, correspondant ou non à l'intervalle des cloisons. On en connait 6 espèces. Le maximum est à l'étage silurien ; les dernières espèces sont dans l'étage carbonifèrien.

§ 470. G. *Andoceras*, Hall. Ce sont des orthocères dont le siphon subcentral est large, multiple, les uns dans les autres comme dans une gaine. Des 23 espèces connues, le maximum est avec l'étage silurien, et les dernières sont avec l'étage dévonien.

§ 471. 2e famille : Clymenidæ, d'Orb. Siphon placé à la partie interne des cloisons qui séparent les loges aériennes, de la coquille. Coquille spirale, arquée ou droite, à cloisons le plus souvent anguleuses sur les côtés. Nous n'avons, dans cette famille, que des genres perdus.

A. Point de lobe latéral ni de lobe dorsal aux cloisons.

§ 472. G. *Melia*, Fischer, 1830 (*Thoracoceras*, Fischer, 1844) Coquille étroite, allongée, conique, à siphon unique, étroit, placé sur le bord de

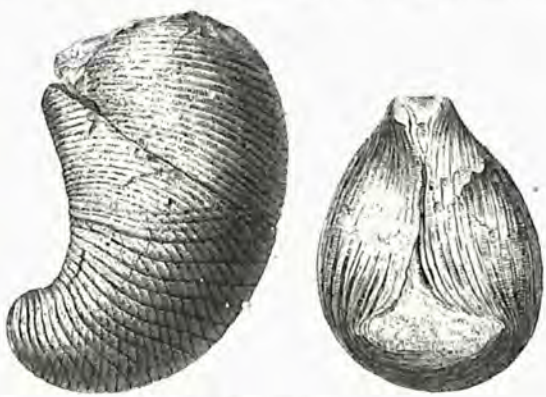


Fig. 151. Campulites ventricosus.

la coquille ; cloisons des loges aériennes, droites ou arquées, non si-

nueuses. C'est une orthocératite à siphon marginal. On en connaît 23 espèces, les premières de l'étage silurien, le maximum à l'étage dévonien, et les dernières à l'étage saliférien.

§ 473. G. *Cameroceras*, Conrad, 1842. Ce sont des *Melia* droites, allongées, coniques, à siphon large, placé sur le bord de la coquille. On en connaît trois espèces de l'étage silurien.

§ 474. G. *Campulites*, Deshayes, 1832 (*Phragmoceras*, Broderip). Coquille arquée, non spirale, représentant une corne; ouverture supérieure comprimée et fortement rétrécie, siphon près du bord interne des cloisons droites, ou seulement arquées. On en connaît 6 espèces : les premières et le maximum à l'étage murchisonien, les dernières avec l'étage dévonien (*fig.* 151).

§ 475. G. *Trocholites*, Conrad, 1838 (*Clymenia* (pars), Munster. Coquille spirale, enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus, recouverts ou non. Cloisons droites ou arquées, sans lobes latéraux ni lobe dorsal. On en connaît 21 espèces : les premières avec l'étage silurien ; le maximum et les dernières avec l'étage dévonien.

B. Un lobe latéral aux cloisons, point de lobe dorsal.

§ 476. G. *Clymenia*, Münster, 1832 (*Endosiphonites*, Anstedt). Coquille spirale, enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus, recouverts ou non, les uns par les autres. Cloisons pourvues latéralement d'un lobe ou d'un angle profond, sans lobe dorsal; siphon étroit. On en connaît 25 espèces, toutes de l'étage dévonien (*fig.* 152).

§ 477. G. *Megasiphonia*, d'Orb., 1847. Ce sont des clymenia qui, au lieu d'avoir le siphon étroit, l'ont très-large, à parois épaisses et en forme d'entonnoir. On en connaît 5 espèces, toutes des terrains tertiaires ; les premières dans l'étage

Fig. 152. Clymenia Sedgwicki.

suessonien, le maximum à l'étage parisien, les dernières avec l'étage falunien.

C. Un lobe dorsal, point de lobe latéral aux cloisons.

§ 478. G. *Subclymenia*, d'Orb. Coquille spirale enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus, cloisons sinueuses, sans être anguleuses sur les côtés, mais pourvues d'un lobe dorsal entier, qui manque dans tous les autres genres de la famille. La seule espèce connue est de l'étage dévonien.

§ 479. 3e Famille. AMMONITIDÆ. Siphon placé à la partie externe dorsale des cloisons qui séparent les loges aériennes. Coquille spirale ou droite, arquée ou diversement coudée, généralement pourvue d'une ouverture, saillante au bord externe dorsal; cloisons presque toujours anguleuses ou ramifiées sur leurs bords, divisées en lobes et en selles. Nous y réunissons les genres suivants, tous perdus.

A. Cloisons entières, point de lobe dorsal.

§ 480. G. *Oncoceras*, Hall. 1847. Ce sont des *Gomphoceras* qui ont le siphon externe, et la bouche comprimée. On en connaît trois espèces : les premières et le maximum avec l'étage silurien; la dernière avec l'étage murchisonien.

§ 481. G. *Cyrtoceras*, Goldf., 1833 (*Campyloceras*, *Trigonoceras*, M'Coy, 1845). Coquille arquée, non spirale, formant une partie d'arc, ou mieux une corne. Siphon externe. On en connaît 37 espèces : les premières de l'étage silurien, le maximum à l'étage dévonien, les dernières à l'étage carbonifèrien.

§ 482. *Gyroceras*, Meyer, 1829. Coquille spirale, enroulée sur le même plan, à tours de spire non contigus et disjoints; siphon externe. On en connaît 13 espèces : les premières de l'étage murchisonien, le maximum et les dernières avec l'étage dévonien (*fig.* 153).

Fig. 153. Gyroceras Eifelensis.

§ 483. G. *Cryptoceras*, d'Orb., 1847. Coquille spirale enroulée sur le même plan, à tours de spires contigus et embrassants. Cloisons simplement arquées, non sinueuses. Nous en connaissons deux espèces, l'une de l'étage dévonien, l'autre de l'étage carbonifèrien, classées d'après leurs formes extérieures parmi les nautilus, mais s'en distinguant par leur siphon, placé sur le dos de la coquille, mais sans lobe dorsal.

B. Cloisons entières, un lobe dorsal.

§ 484. G. *Stenoceras*, d'Orb. 1847. Coquille droite, conique, non spirale; cloisons arquées sans former d'angles, mais ayant un lobe dorsal prononcé. Ce genre diffère des *Orthoceras* par son siphon et par son lobe dorsal; des *Baculites* par ses cloisons non ramifiées. On en connaît une espèce de l'étage dévonien, que possède notre ami M. de Verneuil

C. Cloisons anguleuses non ramifiées des lobes latéraux, un lobe dorsal anguleux.

§ 485. G. *Aganides*, Montfort, 1808 (*Goniatites*, de Haan, 1825). Coquille spirale, régulière, enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus, embrassants ou non. Cloison pourvue latéralement de parties anguleuses, indépendamment d'un lobe dorsal également anguleux. On en connaît 152 espèces : les premières et le maximum à l'étage dévonien, les dernières à l'étage saliférien (*fig.* 154).

§ 486. G. *Ceratites*, de Haan, 1825. Coquille spirale régulière, enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus, pourvue de cloisons dont les

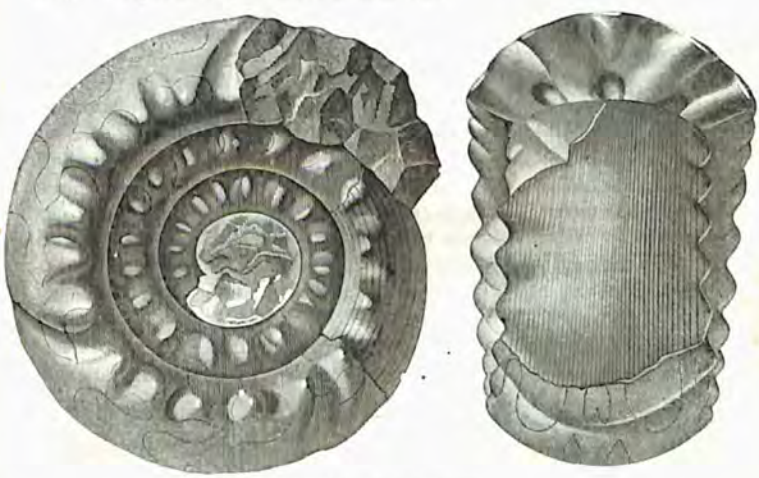


Fig. 154. Aganides Josæ.

bords forment des découpures plus ou moins profondes, obtuses et non ramifiées Lobe dorsal profond, à peine séparé par une petite selle médiane pleine. On en connait 28 espèces : les premières à l'étage conchylien, le maximum à l'étage saliférien, les dernières avec l'étage cénomanien (*fig.* 155).

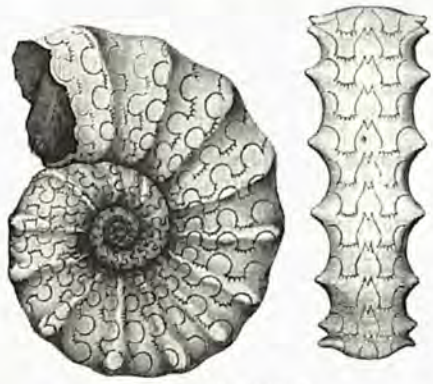


Fig. 155. Ceratites nodosus.

§ 487. G. *Baculina*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Baculites*, dont les cloisons, au lieu d'être ramifiées, sont simples comme chez les *Ceratites*. La seule espèce connue est de l'étage néocomien.

D. Cloisons ramifiées, un lobe dorsal.

§ 488. G. *Ammonites*, Bruguière, 1790. Coquille formant une spirale régulière enroulée sur le même plan, à tours de spire contigus (Voyez *fig.* 144). Après les nombreuses réductions que nous avons fait subir aux espèces, en y appliquant le fruit de nos recherches (1) sur les variétés dues à l'âge (§ 414-416), au sexe (§ 417) et aux cas pathologiques (§ 418), nous connaissons encore plus de 530 espèces d'ammonites. Déjà très-nombreuses avec l'étage saliférien, elles ont eu leur maximum de développement numérique (86 espèces) avec l'étage néocomien, le premier des terrains crétacés, et remontent jusqu'à l'étage sénonien, où elles disparaissent pour toujours. Les ammonites sont donc nées à dix-huit époques successives, et chacune présente, après l'anéantissement complet des espèces qui existaient, l'arrivée de nouvelles séries bien distinctes des premières. On voit, de plus, des groupes d'espèces, caractérisés par leurs formes, être particuliers aux terrains et aux étages et donner ainsi de bons caractères, pour les distinguer les uns des autres (*fig.* 156 à 163)

§ 489. G. *Scaphites*, Parkinson, 1811. Coquille formée d'une spirale

(1) Voyez nos recherches spéciales sur les ammonites, *Paléontologie française*, terrains crétacés, t. I, p. 369, notre cadre ne nous permettant d'entrer ici dans aucun développement.

Fig. 156. Ammonites refractus.

Fig. 157. A. bullatus.

Fig. 158. A. cordatus.

Fig. 159. A. Jason.

Fig. 160. A. bisulcatus.

régulière, enroulée sur le même plan, à tours contigus, croissant régulièrement jusqu'au dernier tour, qui se détache des autres et se projette en crosse plus ou moins allongée. On en connaît 17 espèces des terrains crétacés; elles ont commencé à l'étage néocomien et ont fini à leur maximum dans l'étage sénonien.

Fig. 161. A. margaritatus.

§ 490. G. *Crioceras*, Léveillé, 1836 (*Tropæum*, Sow., 1837). Coquille

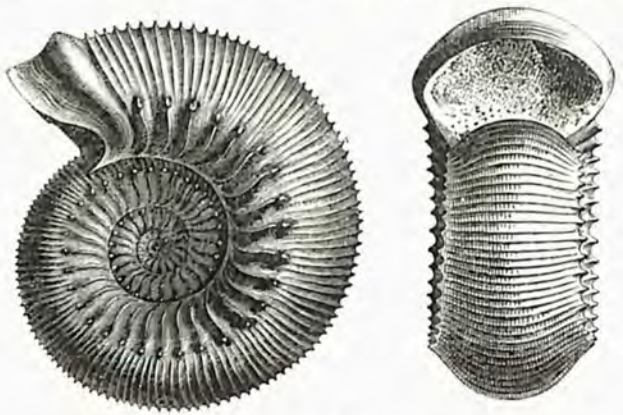


Fig. 162. Ammonites Humprriesianus.

ornée d'une spirale régulière, enroulée sur le même plan, à tours non contigus et disjoints, croissant régulièrement à tous les âges. On en connait 9 espèces : les premières et le maximum dans l'étage néocomien ; les dernières dans l'étage albien.

Fig. 163. Ammonites bifrons.

§ 491. G. *Ancyloceras*, d'Orb., 1842. Coquille formée d'une spirale régulière, enroulée sur le même plan, à tours non contigus et disjoints, croissant régulièrement jusqu'au dernier tour, qui se sépare des autres et se projette en crosse souvent très-longue. Les *Ancyloceras* sont aux *Crioceras* dans les mêmes rapports que les *Scaphites* sont aux *Ammonites ;* seulement ils ont les tours disjoints, au lieu de les avoir contigus. On en connait 38 espèces ; les premières de l'étage ba-

jocien, le maximum à l'étage néocomien ; les dernières à l'étage sénonien (*fig.* 164).

§ 492. G. *Toxoceras*, d'Orb., 1842. Coquille non spirale, arquée, re-

Fig. 164. Ancyloceras Matheronianus.

présentant une partie d'arc, ou mieux, une corne arquée dont l'ensemble, identique à tous les âges, ne se courbe pas assez pour former une spire ; lobes composés de parties impaires. Nous en connaissons 19 espèces : les premières à l'étage bajocien, le maximum à l'étage néocomien, les dernières à l'étage aptien.

§ 493. G. *Baculites*, Lam. Coquille droite, allongée, conique à tous les âges ; lobes formés de parties paires. Nous en connaissons 11 espèces : les premières de l'étage néocomien, les dernières et le maximum à l'étage sénonien.

§ 494. G. *Ptychoceras*, d'Orb., 1842. Coquille droite, allongée, conique, dont l'extrémité supérieure se recourbe sur elle-même, et vient s'appliquer sur la partie conique. On en connaît 7 espèces : les premières de l'étage néocomien, le maximum à l'étage albien, les dernières à l'étage sénonien.

§ 495. G. *Hamites*, Parkinson, 1811. Coquille cylindrique, formée de coudes ou de crosses successives, représentant une sorte de spire irrégulière elliptique, ou bien d'une partie conique simple, que termine une crosse séparée par un intervalle de la partie conique. On en connaît 58 espèces : les premières et le maximum avec l'étage néocomien, les dernières avec l'étage sénonien.

§ 496. G. *Turrilites*, Lam. Coquille régulière, spirale, enroulée obliquement, et dès lors, plus ou moins conique ou turriculée dans son ensemble, formée de tours contigus à tous les âges. Nous en avons distingué 25 espèces : les premières de l'étage sinémurien, le maximum à l'étage albien, les dernières à l'étage sénonien (*fig.* 165).

§ 497. G. *Heteroceras*, d'Orb., 1847. Coquille spirale, enroulée obliquement, à tours de spire contigus, comme les *Turrilites*, dont le dernier se sépare des autres et se projette en crosse, comme chez les *An-*

cyloceras. Nous en connaissons 2 espèces : l'une de l'étage néocomien, l'autre de l'étage sénonien.

§ 498. G. *Helicoceras*, d'Orb., 1842. Coquille spirale, enroulée obliquement, à tours de spire non contigus et disjoints à tous les âges. Nous en avons décrit 11 espèces : les premières de l'étage bajocien, le maximum à l'étage albien, les dernières à l'étage sénonien.

Fig. 165. Turrilites catenatus.

Résumé paléontologique sur les Céphalopodes.

§ 499. **Comparaison générale.** Si l'on jette les yeux sur notre tableau n° 5, de la répartition chronologique des *Céphalopodes tentaculifères* à la surface du globe, on est frappé du contraste qui existe avec nos tableaux précédents. Ce ne sont plus, en effet, comme chez les mammifères et chez les oiseaux, des êtres inconnus aux premiers âges du monde, qui apparaissent tout à coup avec la période qui a précédé notre époque. Ce ne sont plus, comme chez les reptiles et les poissons, des formes animales qui se remplacent successivement les unes les autres depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à nos jours. On voit, avec le remplacement successif des genres, que ceux-ci ont été principalement créés à deux époques distinctes dans les terrains paléozoïques et crétacés, tandis qu'ailleurs c'est à peine s'ils ont montré quelques genres isolés. On voit encore qu'ils ont montré une progression décroissante de cette première époque jusqu'à l'époque actuelle.

§ 500. **Comparaison des ordres entre eux.** Les comparaisons que nous pouvons établir ne prouveront pas grand'chose, quant à la question de savoir si les plus parfaits ou les plus imparfaits des céphalopodes

ont paru les premiers; car, sous ce rapport, les deux ordres peuvent être placés en parallèle. Néanmoins le résultat géologique de chacun pris en particulier, est quelque peu différent.

Les *tentaculifères* (parmi lesquels est le *Nautile*) se sont montrés avec la première animalisation du globe, et atteignent le maximum de leur développement numérique avec l'étage silurien, le premier du monde animé. Ils ont 22 genres dans les étages paléozoïques, en montrent *sept* formes dans les terrains triasiques, le même nombre dans les terrains jurassiques, 14 dans les terrains crétacés, deux seulement dans les terrains tertiaires; puis, de tous ces genres, un seul, le genre *Nautile*, représente, à l'époque actuelle, tous les genres si variés des autres âges du monde. Ainsi, sans aucun doute, les céphalopodes tentaculifères ont été dans une période décroissante, depuis l'étage silurien jusqu'à nos jours.

Les *Acétabulifères* (Voy. tableau n° 6), qui renferment la *Seiche*, le *Calmar*, ont commencé avec *un* genre dans l'étage conchylien; ils en ont *douze* dans les terrains jurassiques; *quatre* dans les terrains crétacés; le même nombre dans les terrains tertiaires; et, de tous ces genres, *cinq* seulement sont représentés aujourd'hui. Si l'on n'avait égard qu'aux genres fossiles, les acétabulifères auraient eu leur maximum dans les terrains jurassiques et auraient diminué jusqu'à présent; mais, lorsqu'on leur compare les 20 genres vivants, on pourrait en conclure que cette série est en voie croissante de développement de formes génériques; néanmoins, comme parmi ces vingt genres vivants, un grand nombre sont purement charnus, ils n'ont pas pu, quand même ils eussent existé, conserver leurs traces dans les étages géologiques; que les autres n'ont que des parties cornées qui ne se conservent qu'exceptionnellement, on ne peut rien affirmer de certain; et tout porterait à croire, au contraire, que comparés aux tentaculifères, leurs formes étaient très-multipliées aux époques anciennes.

§ 501. **Déductions zoologiques générales.** En réunissant les genres de céphalopodes contenus dans nos tableaux nos 5 et 6, sans avoir égard aux ordres, nous trouvons, à peu de choses près, les mêmes conclusions. Nous connaissons aujourd'hui 22 genres dans les terrains paléozoïques, 8 dans les terrains triasiques, 17 dans les terrains jurassiques, 18 dans les terrains crétacés, *six* dans les terrains tertiaires. Les genres fossiles montreraient, dès lors, une décroissance constante depuis la première animalisation du globe jusqu'à l'époque actuelle, conclusion qui ne peut être modifiée par les 21 genres connus dans nos mers; car beaucoup de ces genres, comme nous l'avons dit, ne pouvaient pas se conserver ou ne devaient se conserver que très-rarement. Voici donc, en résultat, les céphalopodes, les plus parfaits des mollusques, qui, depuis le

premier âge animé du globe, sont en marche décroissante de formes génériques. Nous insistons sur ce fait, relatif aux céphalopodes que nous comparerons, plus tard, aux autres classes de mollusques moins parfaites, ce qui devra nous amener à cette conclusion que les mollusques, suivant les classes, ont certainement marché du composé au simple, ou dans une voie de non-perfectionnement.

§ 502. **Déductions climatologiques et géographiques.** Encore ici une confirmation (§ 242); en effet, le genre *Nautilus*, qui habite seulement aujourd'hui les régions tropicales des mers de l'Inde, et que nous trouvons dans les terrains tertiaires de France, d'Angleterre et de Belgique, prouve que ces lieux avaient, à cette époque, une température bien plus élevée. La présence du genre nautile en Europe, tandis qu'il est spécial au Grand Océan, ainsi que la découverte de l'*Argonauta hians*, sur les bords de la Méditerranée, où il ne vit plus aujourd'hui, prouvent que, de même, la répartition géographique passée (§ 243) n'était pas la même que celle de nos jours.

§ 503. **Déductions géologiques tirées des genres** (§ 244). Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les céphalopodes ; puisque aucun des 51 genres fossiles connus n'occupe tous les étages et qu'ils sont, au contraire, tous restreints dans des limites plus ou moins étendues, et peuvent servir de caractères négatifs pour les étages supérieurs ou inférieurs à ces limites où ils manquent encore.

Les caractères *stratigraphiques positifs* (§ 245) sont aussi prononcés pour les céphalopodes. En effet, les 51 genres connus à l'état fossile sont autant de caractères positifs pour les terrains et les étages où ils ont été rencontrés jusqu'à présent. Ils seront d'autant plus certains que sur ces genres, 45, ou la presque totalité, sont perdus pour l'époque actuelle et pour les étages supérieurs et inférieurs, et que 14 sont spéciaux à un seul étage. La persistance (§ 246) est surtout très-remarquable, comme on peut le voir pour presque tous les genres de notre tableau n° 5, et surtout pour les genres *Nautilus*, *Ammonites*, *Orthoceratites*, *Hamites*, etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces, chez les céphalopodes, sont, à très-peu d'exceptions près, comme pour les autres séries animales (§ 247). Les espèces, au nombre de 1448, sont spéciales à un seul étage, qu'elles ne franchissent pas : aussi sont-elles caractéristiques des étages où elles vivaient.

FIN DU PREMIER VOLUME.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE PREMIER VOLUME.

INTRODUCTION... 1
Définition de la paléontologie... 5
But de la paléontologie... 7
Plan de l'ouvrage... 8

PREMIÈRE PARTIE. — Éléments divers.

CHAPITRE Ier. — Définition des termes employés en paléontologie. 11
Fossiles... 11
Fossiles identiques... 13
Fossiles analogues... 15
Fossiles perdus ou détruits... 16
Faune fossile... 19
Fossiles terrestres, fluviatiles, marins... 20
Fossiles suivant l'âge... 22
Fossiles suivant le degré de transformation minérale... 23
Empreintes organiques... 25
Empreintes physiologiques... 27
Empreintes physiques... 29
Des coprolites... 32

CHAPITRE II. — De la fossilisation... 34
† *Conditions de la fossilisation dérivant de la nature et de la composition chimique des corps vivants*... 34
Os, dents, cartilages de mammifères... 35
Os de poissons... 37
Cornes des ruminants, écailles des reptiles, etc... 38
Ongles, piquants, crins, etc... 39
Téguments... 40
Coquilles de mollusques... 41
Carapace testacée... 42
Polypiers... 42
†† *Substances minérales fossilisantes*... 45
††† *Processus de fossilisation*... 51
Fossilisation par altération... 51
Fossilisation par incrustation... 51

Fossilisation par introduction mécanique.. 52
Fossilisation par substitution.... 53
Fossilisation par conversion chimique.. 54
Fossilisation par transformation.. 54
+++ *Roches fossilifères*... 60
Roches d'origine ignée ou plutonniennes 61
Roches métamorphiques.. 62
Roches sédimentaires 64

DEUXIÈME PARTIE. — Éléments stratigraphiques.

CHAPITRE III. — Circonstances naturelles passives qui concourent à la formation des couches sédimentaires, et au dépôt des animaux dans ces couches... 70
+ *Sédiments marins*... 72
A. Provenance des sédiments marins... 72
Sédiments apportés par les affluents terrestres... ... 72
Sédiments formés par l'usure des côtes... 73
Sédiments formés par les corps organisés... 75
B. Répartition naturelle des sédiments dans les mers. ... 77
Sur une côte en pente rapide vers une mer profonde.... 77
Sur une côte très-plate... 78
Action des courants... 78
Gros sable 78
Sable fin... 79
Dunes... 79
Sédiments vaseux... 80
C. Perturbations naturelles dans les dépôts de sédiments.... 82
Marées ordinaires... 82
Marées de syzygies... 82
Changements de vent... 82
Tempêtes... 84
D. Distribution des animaux morts dans les couches sédimentaires marines... 85
Animaux flottants... 85
Coquilles flottantes... 87
Animaux non flottants... 88
Dans leur position normale d'existence... 88
Suivant le mouvement des eaux... 89
E. Répartition géographique et isotherme des êtres marins. 92
Animaux pélagiens... 93
Animaux côtiers. 93
Suivant les courants... 94
Suivant la température... 97
Suivant la configuration des côtes... 98
Suivant la profondeur dans les mers... 101
++ *Sédiments terrestres* 102

A. Formation des sédiments terrestres 102
Action de la gelée 102
Action de la pluie 103
Suivant la nature de la roche 103
Suivant la disposition des lieux 104
Sur un sol vierge 104
Sur un sol cultivé 105
B. Répartition des sédiments terrestres 106
C. Distribution des animaux dans les couches sédimentaires fluvio-terrestres 110
Animaux flottants 110
Coquilles terrestres flottantes 111
+++ *Limites du mélange des sédiments et des animaux marins et terrestres* 112
CHAPITRE IV. — Etat des couches géologiques, comparé aux circonstances naturelles actuelles 116
CHAPITRE V. — Circonstances géologiques fortuites qui ont interrompu ou suivi la formation des couches fossilifères et le dépôt des fossiles 125
+ *Causes des perturbations géologiques* 125
++ *Effets des perturbations géologiques sur les couches sédimentaires en état de formation et sur les faunes terrestres et marines qu'elles renferment* 130
Sur les animaux terrestres 130
Sur les animaux marins 133
+++ *Effets des perturbations géologiques sur les couches sédimentaires consolidées et sur les restes organisés qu'elles renferment à l'état fossile* 136
Couches inclinées 136
Couches redressées 136
Couches renversées 137
Couches plissées 137
Failles 138
Dénudations 141
Fossiles remaniés 142
Déformation des fossiles 144
++++ *Conclusions relatives à la séparation des étages géologiques et des faunes spéciales qu'ils renferment* 148
Concordance des couches 148
Discordance des couches 149
Limites des étages 152

TROISIÈME PARTIE. — Éléments zoologiques.

CHAPITRE VI. — Animaux vertébrés 158
Classe des mammifères 159
Bimanes 161

Quadrumanes. 163
Carnassiers. 164
Amphibies. 167
Cheiroptères. 168
Insectivores. 169
Rongeurs. 169
Édentés. 171
Pachydermes. 175
Ruminants. 181
Cétacés. 184
Didelphes ou marsupiaux. 185
Résumé paléontologique sur les mammifères. 187
Comparaison générale. 187
Comparaison des ordres entre eux. 188
Déductions zoologiques générales. 190
Déductions climatologiques comparées. 191
Déductions géographiques comparées. 192
Déductions géologiques tirées des genres. 192
Caractères stratigraphiques négatifs. 192
Caractères stratigraphiques positifs. 193
Persistance des caractères positifs. 193
Déductions géologiques tirées des espèces. 194
Classe des oiseaux. 194
Oiseaux de proie. 189
Passereaux. 198
Grimpeurs. 198
Gallinacés. 198
Coureurs. 198
Échassiers. 199
Palmipèdes. 199
Résumé paléontologique sur les oiseaux. 199
Classe des reptiles. 201
Chéloniens. 202
Sauriens. 204
Ophidiens. 213
Batraciens. 213
Résumé paléontologique sur les reptiles. 215
Classe des poissons. 219
Chondroptérygiens, ou placoïdes. 222
Ganoïdes. 224
Cycloïdes. 228
Cténoïdes. 230
Pleuronectoïdes. 233
Résumé paléontologique sur les poissons. 234

CHAPITRE VII. — ANIMAUX ANNELÉS. 237

Classe des insectes. 238

Coléoptères. 239
Orthoptères. 239
Névroptères. 239
Hyménoptères. 240
Hémiptères. 240
Lépidoptères. 240
Diptères. 240
Classe des myriapodes. 240
Classe des arachnides. 241
Classe des crustacés. 242
Décapodes. 243
Stomapodes. 245
Amphipodes. 245
Isopodes. 246
Phyllopodes. 246
Trilobites. 246
Cyprodes. 251
Xiphosures. 252
Résumé paléontologique sur les crustacés. 252
Classe des cirrhipèdes. 253
Classe des annélides. 257
Annélides tubicotes. 257
Annélides dorsibranches. 258
Observations relatives aux animaux mollusques et rayonnés. . . 258
CHAPITRE VIII. — ANIMAUX MOLLUSQUES. 261
Formation des coquilles. 261
Fonctions des coquilles. 263
Période embryonnaire des coquilles. 264
Période d'accroissement des coquilles. 266
Période de dégénérescence des coquilles. 267
Variations naturelles des coquilles. 267
Variations pathologiques des coquilles. 267
Limites de l'espèce dans les mollusques. 269
Classe des céphalopodes. 271
Fonctions des coquilles chez les céphalopodes. 273
Céphalopodes acétabulifères. 278
Céphalopodes tentaculifères. 281
Résumé paléontologique sur les céphalopodes. 292
Comparaison générale. 292
Comparaison des ordres entre eux. 292
Déductions zoologiques générales. 293
Déductions climatologiques comparées. 294
Déductions géologiques. 294

FIN DE LA TABLE.

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE PALÉONTOLOGIE

ET DE

GÉOLOGIE STRATIGRAPHIQUES.

SECOND VOLUME.

FASCICULE I.

Corbeil. Imprimerie de Crété.

COURS ÉLÉMENTAIRE

DE

PALÉONTOLOGIE

ET

DE GÉOLOGIE

STRATIGRAPHIQUES

PAR

M. ALCIDE D'ORBIGNY

Docteur ès sciences, Professeur suppléant de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris,

chevalier de l'ordre national de la Légion d'honneur, de l'ordre de saint Wladimir de Russie, de l'ordre de la Couronne de fer d'Autriche; officier de la Légion d'honneur Bolivienne; membre des Sociétés philomathique, de géologie, de géographie et d'ethnologie de Paris; membre honoraire de la Société géologique de Londres; membre des Académies et Sociétés savantes de Turin, de Madrid, de Moscou, de Philadelphie, de Ratisbonne, de Montevideo, de Bordeaux, de Normandie, de la Rochelle, de Saintes, de Blois, etc.

Vignettes gravées en relief et sur cuivre,

PAR M. E. SALLE

TOME SECOND.

FASCICULE 1.

VICTOR MASSON,

Place de l'École de Médecine, 17. — Paris.

1852

COURS ÉLÉMENTAIRE
DE PALÉONTOLOGIE STRATIGRAPHIQUE

TROISIÈME PARTIE.
ÉLÉMENTS ZOOLOGIQUES.

CHAPITRE VIII.
TROISIÈME EMBRANCHEMENT : ANIMAUX MOLLUSQUES.
(SUITE.)

IIe Classe. MOLLUSQUES GASTÉROPODES, Cuv.

§ 504. La classe des gastéropodes, à laquelle appartient le *limaçon*, est ainsi nommée par Cuvier, parce que les animaux qu'elle renferme rampent sur une partie charnue, très-variable dans sa forme, placée sous le ventre et à laquelle, par analogie, on a donné le nom de pied. La partie supérieure se recouvre d'un manteau charnu, entier ou non, recouvert ou renfermant une coquille. En avant est la tête, plus ou moins distincte, pourvue ou non de tentacules qui remplissent les fonctions d'organe du tact, et sur lesquels ou près desquels sont placés les yeux, lorsqu'ils existent. Au-dessous des tentacules est l'orifice buccal, muni ou non de lèvres et de mâchoires armées de dents. Les Gastéropodes, suivant qu'ils vivent sur la terre ou dans les eaux, respirent l'air en nature par un réseau vasculaire, ou par des branchies dans l'élément aqueux. Les sexes sont séparés sur des individus ou réunis sur le même.

§ 505. Les gastéropodes manquent quelquefois de coquille ; alors ils ne laissent pas de trace de leur existence dans les couches terrestres ; mais, le plus souvent, ils ont une coquille, rarement interne, presque

toujours externe. Les coquilles externes existent dans le plus grand nombre des genres. Elles sont rarement symétriques ou formées de parties paires (*fig.* 191) ; d'ordinaire elles sont spirales, et alors enroulées obliquement, montrant, d'un côté la saillie formée par la spire (*a*, *fig.* 166), de l'autre la bouche ou l'*ouverture* (*b*) par où sort l'animal, et au centre, l'axe sur lequel les tours viennent s'appliquer (*c*), qu'on nomme *columelle*. Lorsque celle-ci est creuse, on l'appelle ombilic (*fig.* 182, 184). Le côté de la bouche qui touche la columelle, nous l'appelons *bord columellaire ;* et le côté extérieur, *labre* (*fig.* 166, *d*).

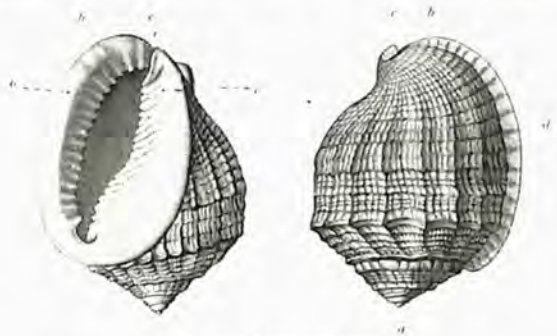


Fig. 166. Cassis cancellata.

Ces coquilles varient extraordinairement de forme, depuis la spirale incomplète (*Capulus*, § 643), la spirale formée d'un petit nombre de tours ou d'un grand nombre ; ceux-ci formant une saillie conique, une *spire surbaissée* (*Trochus*, *fig.* 182), ou fortement prolongée et alors *turriculés* (*Turritella*, *fig.* 174).

§ 506. La **bouche** de la coquille est également très-variable de forme : elle est *entière* lorsqu'elle n'a pas de sinus, *à bords unis* (*Cyclostoma*, *fig.* 172) lorsque les bords font toute la circonférence, ou *à bords désunis*, lorsque les bords sont interrompus par la columelle (*Bulimus*, *Littorina*, *fig.* 2). La bouche est *échancrée*, *sinueuse*, lorsqu'elle offre, près du bord columellaire, un sinus par où sort le tube respiratoire de l'animal (*e*, *fig.* 166). Elle est *canaliculée* lorsque cette échancrure se prolonge en un tube plus ou moins fermé (*x*, *fig.* 192). L'ouverture est souvent protégée par une pièce cornée ou testacée qu'on appelle *opercule*, dont les fonctions sont de protéger l'animal lorsqu'il se retire dans sa coquille. On rencontre fréquemment de ces opercules fossiles.

§ 507. Les savants ont deux manières d'envisager une coquille. Les uns, suivant l'exemple de Linné, et plus spécialement les conchy-

biologistes, comme Lamarck, représentent et décrivent la coquille la spire en haut et la bouche en bas ; dès lors, ils appellent la bouche *partie inférieure*, *base*, et font du canal de cette partie, la *queue* (*cauda*), mettant ainsi la tête de l'animal à la queue de la coquille. Ces mêmes auteurs, lorsqu'ils ont à parler de l'animal, le décrivent dans un sens inverse, et regardent, avec raison, la tête comme partie antérieure et l'extrémité du pied comme postérieure; il s'ensuit qu'il y a contradiction complète entre les termes employés pour la coquille et les termes employés pour l'animal. Si, d'un autre côté, on jette les yeux sur les travaux antérieurs au *Systema naturæ*, ou sur ceux des auteurs du même siècle, on verra que Lister, dès 1678, et que les excellents travaux d'Adanson, publiés en 1757, donnaient les coquilles la bouche en haut, ainsi que les animaux. On pourrait donc croire que les naturalistes qui ont décrit les coquilles la bouche en bas n'ont fait que continuer le système de description suivi par Linné. Pour rétablir l'unité indispensable des termes, nous considérerons les mollusques marchant devant nous, et nous désignerons toujours, comme *antérieure*, la partie de la coquille où est la bouche, et *postérieure* le côté de la spire.

§ 508. Il est un autre point de la science sur lequel nous avons été forcé d'appeler toute l'attention des naturalistes. Jusqu'à ce siècle, la conchyliologie avait été, pour ainsi dire, une science d'amusemen , où l'on s'attachait surtout à réunir les plus jolies formes, les plus beaux contrastes de couleurs. Bientôt, suivant l'exemple d'Adanson, Cuvier, en s'occupant des animaux que renferment les coquilles, fit rentrer celles-ci dans le domaine de la zoologie ; et, jusqu'alors purement arbitraires, les méthodes prirent un cachet tout différent, en devenant aussi naturelles que les autres coupes. Aujourd'hui les choses ont de nouveau changé de face. Un vaste champ s'est ouvert à l'observation. Non-seulement on poursuit avec ardeur les découvertes, dans un but purement zoologique, qui peut améliorer les classifications, mais encore l'étude des mollusques, devenue, par l'adjonction des nombreux fossiles que renferment les couches tertiaires, une science d'application, a besoin d'une rigoureuse exactitude, sans laquelle les incertitudes, les erreurs s'accroissent et se multiplient de jour en jour, et rendent les travaux illusoires.

Lorsque toutes les sciences sont soumises au calcul, on devait s'étonner que la malacologie, à laquelle est réservée la plus belle partie de l'histoire de l'animalisation de notre planète, restât encore dans le vague le plus absolu. Comment, en effet, attacher aux faits toute l'importance qu'ils méritent, lorsqu'ils sont établis d'une manière si incertaine, que chacun peut les apprécier à sa guise, et leur enlever, ainsi, toute leur

force d'application? Si l'on compare les termes employés pour désigner la longueur d'une coquille spirale, on sera surpris du peu d'accord de leur valeur conventionnelle. Quand on décrit, par exemple, des espèces du genre *Turritella* (§ 538), et qu'on veut distinguer comparativement la longueur de la spire, on dit : spire *très-courte*, spire *courte*, spire *allongée ;* spire *très-allongée*. Ceux qui ont l'habitude des coquilles connaissent alors la portée relative de ces trois mots dans le genre *Turritella ;* mais, en décrivant des *Solarium* (§ 573), on dit encore : spire *très-courte*, spire *courte*, spire *allongée*, spire *très-allongée*. Quand on compare, ensuite, les mêmes termes dans les deux genres, on voit la spire qu'on appelle *très-longue*, chez les *Solarium*, n'être pas, à beaucoup près, aussi allongée que la spire *très-courte* chez les *Turritella*. Il faudra nécessairement en conclure que le vague de ces termes ne permet aucune application positive ; que la science a besoin d'un langage plus approprié à la hauteur où elle s'est placée ; et cela d'autant plus rationnellement, que, n'étant plus guidé par les couleurs de la coquille, qui seules prévenaient les erreurs chez les mollusques vivants, il faut, chez les coquilles fossiles, s'attacher seulement aux formes.

Frappé de cette vérité, nous avons cherché les moyens de combler une lacune aussi préjudiciable aux progrès des sciences. Les beaux mémoires de MM. Mozelay, Naumann et Élie de Beaumont, nous ayant donné la certitude que les coquilles spirales s'accroissent généralement chez les espèces dans des proportions mathématiques invariables, il ne restait plus qu'à trouver des moyens d'appréciation justes, d'une application facile, et que leur simplicité même rendit usuels. Nous nous servons à cet effet de notre *hélicomètre*, représenté figure 167.

Ce sont deux branches parallèles, *a b*, dont l'une, *a*, est pourvue, à l'une de ses extrémités, d'un rapporteur ou demi-cercle, divisé en 180 degrés ; l'autre, *b*, sert de vernier. Elle est fixée à la branche *a* par un pivot qui correspond à l'axe du demi-cercle. Il s'ensuit que ces deux branches s'ouvrant en haut, le vernier vient donner, sur le rapporteur, le nombre de degrés que forme l'ouverture de l'angle. Une coquille *c*, placée entre les deux branches, jusqu'à ce que celles-ci soient en contact immédiat, parallèlement aux deux côtés du triangle formé par l'allongement spiral, on n'aura plus qu'à regarder le vernier pour savoir quel est l'*angle spiral* de cette coquille, qu'on peut indiquer par un chiffre, au lieu d'un adjectif vague ; et, dès lors, on en fera une application positive. Nous allons entrer, à l'égard des mesures, dans quelques détails qui nous paraissent indispensables.

Les coquilles turbinées ont, presque toutes, un *angle spiral* régulier, et toujours identique. Il est beaucoup d'espèces où un grand

nombre d'individus mesurés nous ont donné, à un degré près, toujours le même angle spiral. Il en est pourtant où cette variation est plus sensible, et cela tient alors, soit aux réparations de la coquille par l'animal, soit à d'autres causes que nous allons expliquer.

Toutes les coquilles turbinées peuvent être divisées, suivant leur angle spiral, en trois catégories : 1° les coquilles dont l'angle spiral est *régulier* sur toute la longueur; 2° les coquilles où l'angle spiral est *convexe;* et 3° les coquilles où l'angle spiral est *concave*.

Les coquilles dont l'angle spiral est régulier sur toute sa longueur sont très-nombreuses; pourtant il faut considérer que, dans celles-ci même, le commencement de la spirale n'arrive pas toujours au sommet de l'angle, ce qui tient à l'accroissement ordinairement beaucoup plus rapide dans cette partie que dans le reste de la coquille, et rend, presque toujours, le commencement d'une spire très-obtus par rapport au reste. Pour mesurer ces coquilles, il suffira de les placer entre les deux branches de l'hélicomètre, comme l'est la

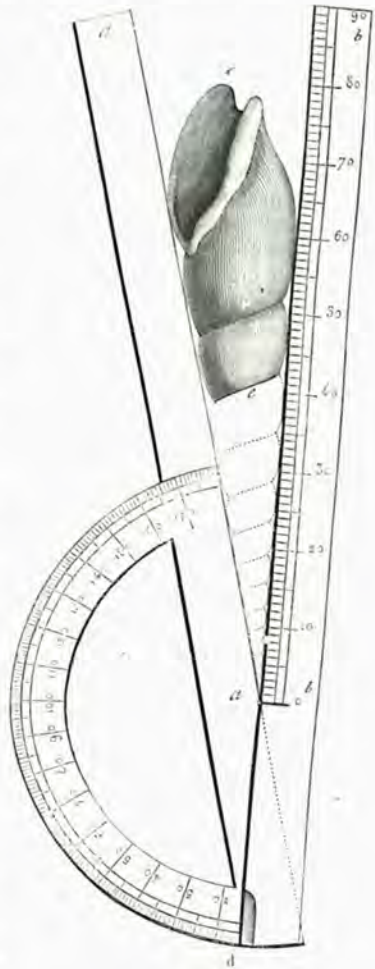


Fig. 167. Hélicomètre.

coquille *c* (*fig.* 167), et de regarder le vernier *d*, pour trouver son angle spiral.

Les coquilles dont l'angle spiral est convexe, plus particulièrement connues sous le nom de *Pupoïdes*, offrent, au commencement de la spire, un angle spiral différent de celui qu'elles ont plus tard. La mesure prise au milieu de la coquille offre des proportions moyennes; aussi peut-on toujours l'apprécier, soit en donnant les deux angles, soit en indiquant la moyenne mesurée au milieu de la longueur de la coquille.

Les coquilles dont l'angle spiral est concave sont les moins nombreuses. On peut, néanmoins, citer, sous ce rapport, le *Cerithium giganteum*. On conçoit facilement qu'il suffit, pour ces coquilles, d'une mesure inverse de celles que nous venons de décrire.

Pour établir une valeur réelle dans les termes de comparaison, on doit dire si l'angle spiral d'une coquille est *régulier*, *convexe* ou *concave*, en donnant des mesures en degrés qui, à l'aide de la description, permettront toujours de reproduire graphiquement la figure exacte de la coquille (1).

Voilà pour la longueur de la coquille. Maintenant, l'accroissement de la spire est plus ou moins rapide, et dès lors, l'obliquité de la suture ou de la jonction des tours est toujours en raison de cet accroissement. Il convient donc de la fixer d'une manière positive. Pour cela, il suffira de placer une coquille la bouche en bas dans l'hélicomètre, de manière à ce que la branche *b* soit parallèle au côté de l'angle spiral, tandis que la branche *a* suivra la ligne suturale de la spire. Il en résultera qu'une mesure prise ainsi présentera, pour le *Terebra maculata*, 92 degrés d'ouverture, tandis qu'elle en montrera 109 pour le *Terebra dimidiata*. On voit donc que les différences sont très-appréciables. Nous appellerons cette mesure *angle sutural*, et nous en désignerons la valeur en degrés. On en peut, à la fois, déduire la hauteur des tours entre eux et la différence de l'accroissement de l'un sur l'autre.

Chez les coquilles de Gastéropodes les tours se recouvrent plus ou moins dans l'accroissement d'un tour sur l'autre; il s'ensuit que le dernier, depuis le sommet de la bouche jusqu'à la première suture, a beaucoup plus de longueur que la différence d'une suture à l'autre, dans les autres tours. Il devient indispensable de connaître ces proportions relatives avec le reste de la coquille. Comme la hauteur du dernier tour est toujours dans des proportions relatives à l'ensemble de la coquille, à quelque âge que ce soit, on la prend en centièmes sur une

(1) Voyez *Paléontologie française*, terrains crétacés, t. 3, p. 14.

table ainsi divisée (*fig.* 168) (1). On divise la coquille en cent parties (Voy. *fig.* 174), et l'on voit combien le dernier tour (la distance comprise entre *e* et *i*) comprend de ces parties.

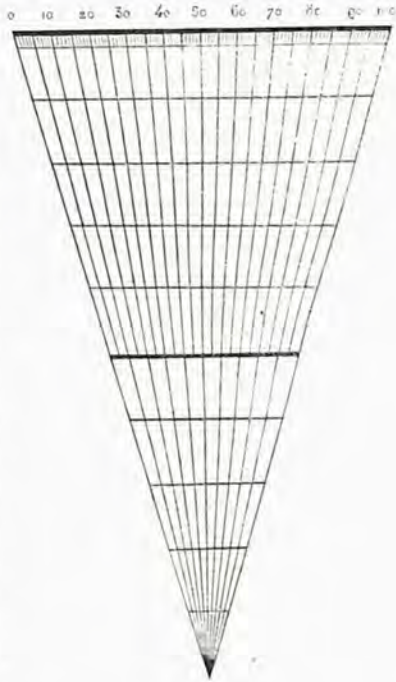


Fig. 168

Jusqu'à présent on a pris toutes les mesures sur des coquilles entières; mais il arrive souvent qu'on ne trouve, dans les couches terrestres, que des fragments ou tronçons plus ou moins complets d'une coquille spirale. Pour peu que ces tronçons réunissent deux tours contigus, on peut facilement en apprécier la longueur, et prendre toutes les mesures que nous venons d'indiquer. Il suffira de placer ce tronçon entre les branches de l'hélicomètre, de manière à ce que les deux branches soient parfaitement en contact avec la convexité des tours, comme il est représenté figure 167, de la lettre *c* à la lettre *e*. Il est certain, alors, que, si la coquille est formée d'un angle spiral régulier, la forme du reste de la spire sera indiquée par l'angle de l'hélicomètre, tandis que la graduation en millimètres, placée sur le côté de la branche *b*, accusera la longueur de la coquille entière; longueur à laquelle on pourrait comparer les autres proportions.

En résumé, pour mettre tout le monde à portée de reproduire, par des moyens graphiques et sans calculs, les formes mathématiques d'une coquille, dont on n'aura qu'une description comme nous la compre-

(1) M. de Buch a le premier appliqué cette figure.

nons, voici la série de mesures nécessaires. En supposant que ce soit le *Terebra dimidiata*, nous dirons :

Ouverture de l'angle spiral.	13 degrés.
Longueur totale	112 millim.
Hauteur du dernier tour, par rapport à l'ensemble.	20 cent.
Angle sutural.	109 degrés.

On divise les Gastéropodes en 7 ordres : 1° les *Pulmobranches*, 2° les *Pectinibranches*, 3° les *Scutibranches*, 4° les *Tectibranches*, 5° les *Nudibranches*, 6° les *Nucléobranches*, et 7° les *Ptéropodes*. De ces divisions, les nudibranches seuls n'ont pas de représentants fossiles.

1er Ordre. PULMOBRANCHES (*Pulmobranchiata*).

§ 509. Ils respirent l'air en nature, ils sont ou non munis d'une coquille, celle-ci mince, spirale ou oblique, non symétrique. Habitudes terrestres ou fluviatiles. Type, le limaçon (*helix*) (1) Les familles suivantes ont été rencontrées à l'état fossile.

§ 510. 2e famille : Helicidæ. Pourvue d'une coquille spirale, mince, déprimée ou allongée, sur laquelle, même à l'état fossile, on reconnaît à la surface, les empreintes irrégulières, souvent en mailles, de l'épiderme qui existait à l'état vivant de la coquille. La bouche est souvent pourvue, à son pourtour, d'un rebord externe, réfléchi en dehors, qu'on a nommé *péristome*, et quelquefois dans l'intérieur, sur la columelle ou sur le labre, de dents ou de saillies testacées très-prononcées. Leurs habitudes sont purement terrestres.

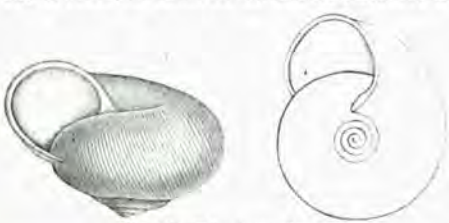


Fig. 169. Helix hemisphærica.

§ 511. G. *Helix*, Linné. Coquille plus large que longue, enroulée régulièrement, convexe, conoïde, arrondie ou déprimée, à bouche plus large que longue, pourvue ou non de péristome et de dents. Enroulement spiral régulier. Les espèces fossiles ont commencé avec le premier étage suessonien des terrains tertiaires, et sont, aujourd'hui, à leur maximum sur toute la terre (*fig.* 169).

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 8, pour les noms, la synonymie et la répartition de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

§ 512. G. *Tomogera*, Montfort, 1810 (*Anostoma*, Lam., 1822; *Lychnus*, Mathéron, 1843). Coquille plus large que longue, enroulée régulièrement jusqu'au dernier tour, qui se retourne, soit en dessus, soit transversalement à l'enroulement primitif. Ouverture avec ou sans dents, pourvue d'un péristome. Les espèces fossiles sont de l'étage suessonien ; les espèces vivantes sont des régions chaudes.

§ 513. G. *Bulimus*, Bruguière, 1790. Ces coquilles se distinguent des Hélix par leur coquille plus longue que large, oblongue, turriculée, dont la bouche est ovale, bordée ou non d'un péristome, munie ou non de dents, dont la partie antérieure n'est jamais tronquée. Les espèces fossiles sont de tous les étages tertiaires. Les espèces vivantes sont au maximum.

§ 514. G. *Pupa*, Draparnaud, 1801. Les espèces se distinguent des Bulimus par leur forme pupoïde ou cylindracée, par l'épaisseur de leur péristome, dont les bords sont le plus souvent désunis ; des dents ou non à la bouche. Toutes les espèces fossiles sont des terrains tertiaires ; le maximum est à l'époque actuelle.

§ 515. G. *Clausilia*, Draparnaud, 1801. On les distingue du *Pupa* par leur ensemble fusiforme, par les bords de la bouche réunis, libres et réfléchis au dehors. Toutes les espèces ont des dents à la bouche, et la spire contournée du côté opposé à la généralité des Pupa. Les espèces fossiles sont de l'étage subapennin ; les espèces vivantes sont très-nombreuses aujourd'hui.

§ 516. 2e famille : Auriculidæ. Coquille spirale, souvent épaisse, ovale ou allongée ; bouche ovale ou oblongue, et souvent munie d'un bourrelet extérieur réfléchi, ou d'un épaississement intérieur pourvu de dents variables. Leurs habitudes, suivant les genres, sont terrestres ou demi-aquatiques.

§ 517. G. *Auricula*, Lamarck, 1796. Coquille ovale, oblongue, plus ou moins épaisse, à ouverture entière, pourvue d'un péristome externe ou d'un épaississement interne ; des dents variables à la bouche. Les auricules vivent sur le littoral maritime ou des eaux saumâtres, et sont demi-aquatiques. Leur coquille est souvent rongée au sommet de la spire. On a souvent confondu avec elles des *Actéons* et des *Pedipes*. Les espèces fossiles sont des terrains tertiaires. Elles vivent aujourd'hui à leur maximum de développement.

§ 518. 3e famille : Lymneidæ. Coquille allongée, discoïdale, spirale ou seulement oblique, assez mince, sans péristome. Tous les genres vivent seulement dans les eaux douces.

§ 519. G. *Chilina*, Gray. Coquille épaisse, ovale, oblongue, à bouche ovale entière, pourvue, sur une columelle épaissie, d'une à trois dents columellaires saillantes. Les espèces, à leur maximum, sont fluviatiles

seulement et de l'Amérique méridionale. Il est curieux de retrouver sur le même continent les seules espèces fossiles de l'étage falunien.

§ 520. G. *Lymnea*, Lamarck, 1801. Coquille mince, ovale ou turriculée, à bouche ovale entière, sans épaississement, munie seulement d'un léger renflement columellaire ; enroulement spiral à droite. Les espèces vivent à leur maximum dans les parties tranquilles des rivières et dans les marais des pays tempérés. Toutes les espèces fossiles sont des terrains tertiaires (*fig.* 170).

§ 521. G. *Physa*, Draparnaud, 1801 (*Bulin*, Adanson). Coquille mince, ovale ou allongée, lisse, à bouche entière, ovale, étroite en arrière, à

Fig. 170.
Lymnea pyramidalis.

Fig. 171.
Physa columnaris.

Fig. 172.
Cyclostoma Arnoudi.

columelle un peu renflée ; enroulement spiral à gauche, du côté opposé aux lymnées. Les Physes vivent à leur maximum dans les marais et les étangs des régions tempérées et chaudes. Les espèces fossiles sont des terrains tertiaires (*fig.* 171).

§ 522. G. *Planorbis*, Guettard, 1756. Coquille mince, fragile, discoïdale, à spire aplatie et enroulée un peu obliquement à droite, laissant souvent paraître les tours en dessus et en dessous. Ouverture ovale ou triangulaire. Les Planorbes vivent au maximum dans les eaux stagnantes. Les espèces fossiles sont des terrains tertiaires.

§ 523. G. *Ancylus*, Geoffroy. Coquille mince, fragile, clypéiforme ou représentant un bonnet dont le sommet serait jeté de côté, presque toujours à droite, sans former de spirale. Les espèces aujourd'hui à leur maximum, sont toutes fluviatiles ou lacustres. Les espèces fossiles sont des terrains tertiaires.

2e Ordre. PECTINIBRANCHES (*Pectinibranchiata*).

§ 524. Quelques-uns respirent encore l'air en nature ; les autres, et c'est le plus grand nombre, respirent dans l'eau, au moyen de branchies

pectinées. Souvent un opercule. Coquille épaisse, spirale, très-variable dans sa forme, mais jamais symétrique. Habitudes le plus souvent marines. Type, le Buccin (*Buccinum*) (1).

§ 525. 1re famille : Cyclostomidæ. Coquille spirale, mince, déprimée ou allongée, pourvue d'une ouverture circulaire ou en demi-lune, à bords souvent réfléchis, non dentés. Un opercule. Leurs habitudes sont encore tout à fait terrestres, comme les hélix. Les genres suivants se rencontrent fossiles dans les étages tertiaires seulement.

§ 526. G. *Cyclostoma*, Lamarck, 1801. Coquille dextre, spirale, enroulée régulièrement à tous les âges, formée de tours convexes arrondis ; ouverture ronde, à bords réunis, pourvus ou non d'un péristome extérieur. Les espèces fossiles sont de tous les terrains tertiaires. Les espèces vivantes sont à leur maximum (*fig.* 172).

§ 527. G. *Ferussina*, Grateloup, 1827 (*Strophostoma*, Deshayes, 1828). Cette coquille diffère du cyclostome parce que le dernier tour de spire se retourne, comme on le voit dans les tomogera (§ 512), et vient se placer du côté de la spire. On n'en connait encore qu'une espèce fossile de l'étage falunien des environs de Bordeaux et du Piémont.

§ 528. 3e famille : Paludinidæ. Coquille spirale, généralement mince, courte ou allongée, à bouche entière ou légèrement sinueuse. Nous y réunissons les genres *Truncatella*, *Paludina*, *Paludestrina*, *Melania* et *Melanopsis*, dont les uns sont des eaux douces ; les autres, des eaux saumâtres. On rencontre fossiles les genres suivants.

§ 529. G. *Paludina*, Lamarck, 1822. Coquille oblongue, à ouverture ovale, le plus souvent modifiée par l'avant-dernier tour, et anguleuse en arrière. Opercule formé d'éléments concentriques. Toutes sont des eaux douces seulement. On cite quelques espèces de l'étage néocomien, les autres sont tertiaires.

§ 530. G. *Paludestrina*, d'Orb, 1839. Petite coquille allongée à ouverture ovale, un peu anguleuse en arrière, à bords droits. Opercule à éléments spiraux. Elles vivent dans les eaux douces, dans les eaux saumâtres et salées du littoral vaseux ou sablonneux des continents. Toutes les espèces fossiles sont tertiaires.

§ 531. G. *Melania*, Lamarck, 1801. Coquille allongée, pourvue d'un épiderme épais. Bouche ovale, à bords disjoints, dont le labre est saillant au milieu et légèrement échancré en avant. L'extrémité de la spire est souvent rongée. Les espèces vivent exclusivement

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau no 7 ; pour les noms, la synonymie et la répartition de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* ; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains crétacés, notre *Paléontologie française*.

dans les eaux douces des pays chauds. On a souvent confondu avec les Mélanies ; des coquilles marines qui leur ressemblent plus ou moins de là ce mélange continuel de coquilles d'eau douce et de coquilles marines qui n'existe pas. Les Mélanies marines des auteurs rentrent dans les genres *Eulima*, *Turbonilla*, *Chemnitzia* et *Rissoina*. Toutes les espèces fossiles sont des terrains tertiaires.

§ 532. G. *Melanopsis*, Férussac, 1807. Les *Melanopsis*, très-voisines de forme avec les *Melania*, s'en distinguent, parce que leur bord columellaire est calleux, que la bouche, plus ovale, est pourvue, en avant, près de la columelle, d'un sinus qui sépare celle-ci du labre. L'extrémité de la spire est souvent rongée. Les espèces sont des eaux douces des régions chaudes et tempérées. Toutes les espèces fossiles sont des terrains tertiaires.

§ 533. 4e famille : LITTORINIDÆ. Coquille spirale, généralement allongée, épaisse, à bouche entière. Tous les genres vivent dans les eaux salées.

§ 534. G. *Littorina*, Férussac. Coquille épaisse, à bouche ovale ou semi-lunaire, dont le bord columellaire est aplati, le labre en biseau tranchant. Les espèces vivent sur les rochers maritimes au niveau supérieur des marées, dans toutes les régions. On n'en connaît de fossiles que dans l'étage contemporain Les espèces citées ailleurs appartiennent à d'autres genres (*fig.* 173).

§ 535. G. *Rissoa*, Fréminville, 1814. La coquille diffère du *Littorina* par sa forme plus allongée, par sa bouche plus ovale, par le manque d'aplatissement columellaire, et par le labre droit non tranchant, épaissi, pourvu ou non d'un bourrelet externe, non sinueux en avant Ce sont des coquilles vivant sur des rochers, au niveau inférieur des marées de toutes les régions. Les premières espèces fossiles sont de l'étage saliférien ; le maximum est à l'époque actuelle

Fig. 173. Littorina littorea.

§ 536. G. *Rissoina*, d'Orb., 1839. Analogues de caractère à la *Rissoa*, les espèces de ce genre s'en distinguent par leur bouche semi-lunaire, étroite, sinueuse, dont le labre épaissi est saillant au milieu, pourvu d'un léger sinus en avant et en arrière. Les premières sont de l'étage bathonien ; le maximum à l'époque actuelle, où elles sont principalement des côtes rocailleuses et chaudes, et vivent au niveau inférieur des marées.

§ 537. G. *Scalaria*, Lamarck, 1801. Il diffère des genres précédents par sa coquille conique, composée de tours convexes, par sa bouche

ronde, à bords entiers épaissis, et surtout par ce singulier caractère des côtes élevées, longitudinales, qui marquent tous les points d'arrêt des bouches successives. Les espèces à leur maximum vivent encore sur les fonds sablonneux des mers de toutes les régions, bien au-dessous du balancement des marées. Les espèces fossiles, au nombre de 86, ont commencé à l'étage corallien

§ 538. G. *Turritella*, Lamarck, 1801. Coquille allongée, turriculée, à tours anguleux ou arrondis ; bouche arrondie ou quadrangulaire, à bords désunis ; labre souvent saillant au milieu, et pourvu, alors, d'un léger sinus antérieur. Les turritelles sont aujourd'hui à leur maximum, dans toutes les régions, et vivent sur des fonds de sable, bien au-dessous du niveau des marées. Des 160 espèces fossiles, les premières sont de l'étage néocomien (*fig.* 174).

Fig. 174. Turritella angulata.

§ 539. G. *Vermetus*, Adanson, 1757. Coquille libre, conique, spirale, à tours ronds, réguliers dans le jeune âge. Les Vermetus ressemblent alors beaucoup aux turritelles, dont ils ont l'ouverture ronde et l'aspect ; plus tard, ils se fixent souvent par groupes et s'entortillent de toutes les manières, comme les serpules, dont ils se distinguent toujours par les petites cloisons transverses internes du commencement de leur spire. Ils vivent aujourd'hui à leur maximum dans les régions chaudes, sur les rochers du littoral, au niveau du balancement des marées. Des 9 espèces fossiles, les premières sont de l'étage albien.

§ 540. 5e famille. PYRAMIDELLIDÆ. Coquille spirale, turriculée ou ovale, lisse ou striée en travers, sans épiderme ; bouche entière, rarement sinueuse en avant, épaissie ou non sur le labre ; columelle encroûtée, pourvue, le plus souvent, de plis saillants. Ce sont toutes des coquilles marines.

§ 541. G. *Turbonilla*, Risso, 1825. Coquille allongée, turriculée, bouche entière, ovale ou anguleuse, avec ou sans dents sur la columelle, large en avant, rétrécie en arrière ; labre mince, tranchant, droit. *Nucleus* très-distinct, enroulé sur un autre sens. Des 39 espèces fossiles, les premières sont de l'étage suessonien. Les espèces vivantes, au maximum, sont des fonds de sable au-dessous des marées.

§ 542. G. *Loxonema*, Phillips, 1841. Nous réunissons, sous ce nom, toutes les espèces dont le labre est pourvu d'un sinus postérieur et prolongé en avant. Toutes les espèces sont perdues ; des 80 connues les

premières sont de l'étage silurien, le maximum à l'étage dévonien, les dernières de l'étage saliférien.

§ 543. G. *Chemnitzia*, d'Orb., 1839. Nous réservons plus particulièrement ce nom à des coquilles sans nucléus distinct, à labre plus ou moins droit, non prolongé en avant, sans plis à la columelle. Nous y plaçons les coquilles marines qu'on avait classées parmi les Melanies. Ce genre renferme 163 espèces fossiles : les premières de l'étage conchylien, le maximum à l'étage saliférien ; les dernières vivent aujourd'hui au-dessous des marées.

§ 544. G. *Eulima*, Risso, 1825 (*Stylifer*, Sow.). Coquille allongée, turriculée, subulée, lisse et polie, quelquefois infléchie, et pourvue de varices opposées, suivant d'un tour à l'autre ; ouverture arrondie et entière en avant, acuminée en arrière ; columelle simple, labre tranchant. On en connaît 32 espèces fossiles : les premières de l'étage carboniférien. Le maximum est à l'époque actuelle, dans les mers profondes, dans les fonds de sable et dans les astéries.

§ 545. G. *Macrocheilus*, Phillips, 1841. Nous plaçons dans ce genre les coquilles voisines des *Chemnitzia* et des *Loxonema*, mais dont la bouche, fortement évasée et très-largement sinueuse en avant, a son labre droit ; la columelle aplatie, lisse, est comme dentée, ce qui simule une sorte de canal On connaît de ce genre perdu 12 espèces : le maxi-

Fig. 175.
Macrocheilus subcostatus.

Fig. 176.
Nerinea bisulcata.

Fig. 177.
Acteonella lævis.

mum et les premières à l'étage dévonien, les dernières à l'étage carboniférien (*fig.* 175).

§ 546. G. *Nerinea*, Defrance, 1825. Coquille turriculée, allongée, ombi-

tiquée ou non ; ouverture ovale ou carrée, pourvue en avant d'un sinus, et en arrière, près de la suture, d'un canal très-prononcé ; des dents variables sur la columelle, et souvent sur le labre. Toutes sont fossiles. On en connaît 150 espèces : les premières de l'étage bajocien, le maximum à l'étage corallien, les dernières à l'étage sénonien (*fig.* 176).

§ 547. G. *Pyramidella*, Lamarck, 1796. Ces coquilles diffèrent des *Nerinea* par leur contexture polie, par la bouche entière, sans sinus antérieur, et sans canal postérieur, par les plis du labre momentanés. Onze espèces sont fossiles, les premières de l'étage turonien ; elles sont aujourd'hui à leur maximum, dans les mers chaudes, sur le sable.

§ 548. G. *Niso*, Risso, 1825 (*Bonellia*, Deshayes, 1830). Ce sont des Pyramidella sans dents à la columelle, et pourvues d'un large ombilic. On en connaît six espèces fossiles : les premières de l'étage parisien. Aujourd'hui au maximum elles sont des mers profondes et vivent sur le sable.

§ 549. G. *Acteonella*, d'Orb., 1842. Coquille épaisse, ovale, renflée, distinguée des Nérinées par la forme courte, par la bouche étroite et par le manque de canal antérieur à la bouche, et de plis sur le labre. Elle est plus voisine des Actéons dont elle diffère par trois gros plis transverses réguliers de la columelle, par le canal postérieur que forme la bouche, canal dont les bords sont souvent encroûtés. On connaît 11 espèces fossiles de ce genre perdu : les premières de l'étage turonien, le maximum et les dernières de l'étage sénonien (*fig.* 177).

§ 550. G. *Acteon*, Montfort, 1810 (*Tornatella*, Lam., 1822). Coquille oblongue, sans épiderme, marquée, le plus souvent, de stries transverses ponctuées ; ouverture oblongue, arquée, élargie et non échancrée en avant ; labre tranchant, simple ; columelle épaisse, pourvue de plis irréguliers obliques. On en connaît 77 espèces : les premières de l'étage bajocien, le maximum à l'étage falunien. Les espèces vivantes sont des fonds sablonneux, des mers de toutes les régions ; elles vivent à d'assez grandes profondeurs.

§ 551. G. *Acteonina*, d'Orb., 1847. Nous séparons sous ce nom des coquilles voisines des tornatelles, mais sans dents à la columelle. On connaît de ce genre perdu 29 espèces : les premières de l'étage carbonifèrien, le maximum à l'étage liasien, les dernières à l'étage portlandien.

§ 552. G. *Pedipes*, Adanson, 1757. Coquille ovale ou conique, épaisse, à bouche oblongue, ovale, entière, non péristomée sur le labre, pourvue de dents columellaires, dont une plus grande postérieure. Les Piétins vivent à leur maximum dans la mer, sur le littoral, au niveau du balancement des marées. On en connaît 4 espèces fossiles des terrains tertiaires.

§ 553. G. *Avellana*, d'Orb., 1842. Nous réunissons, sous ce nom, nos

Avellana et nos *Ringinella*, que distingue des *Acteon* le bourrelet, ou le péristome externe de leur ouverture, ce qui annonce un accroissement limité. Du reste, ce genre a les stries transverses et les plis de la columelle des Actéons. On connaît de ce genre perdu 21 espèces : les

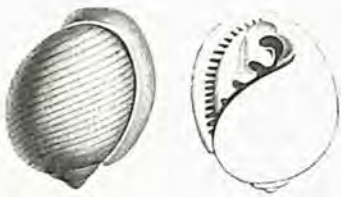


Fig. 178. Avellana cassis.

Fig. 179. Pterodonta inflata.

premières à l'étage néocomien, le maximum à l'étage albien, les dernières de l'étage sénonien (*fig.* 178).

§ 554. G. *Volvaria*, Lamarck, 1801. Ce genre, avec les stries ponctuées transverses des *Acteon*, leurs plis de la columelle, leurs bords tranchants, en diffère par un sinus presque canaliculé en avant. On l'a souvent confondu à tort avec les marginelles. On n'en connaît que deux espèces fossiles dans l'étage parisien.

§ 555. G. *Ringicula*, Desh., 1838. Ce genre, avec tous les caractères extérieurs des *Avellana*, le bourrelet extérieur de la bouche, les stries transverses, s'en distingue par la présence d'un profond sinus antérieur à la bouche, et d'un encroûtement, ou d'une callosité au bord columellaire postérieur. Les espèces vivent aujourd'hui à leur maximum dans les mers chaudes et profondes sur fonds sablonneux. On en connaît 11 espèces des étages parisien, falunien et subapennin.

§ 556. G. *Globiconcha*, d'Orb., 1842. Coquille ventrue, lisse ; bouche en croissant arqué, sans dents ni épaississement columellaire ; aucun point d'arrêt dans l'accroissement. On en connaît 6 espèces : les premières de l'étage turonien, le maximum et les dernières de l'étage sénonien.

§ 557. G. *Varigera*, d'Orb., 1847. Coquille voisine des Globiconcha, mais pourvue de varices sur les côtés, annonçant des bouches successives. On connaît de ce genre perdu 7 espèces : les premières de l'étage néocomien, le maximum à l'étage cénomanien, les dernières de l'étage sénonien

§ 558. G. *Pterodonta*, d'Orb., 1842. Coquille ovale, oblongue, ven-

true, à spire conique, allongée; bouche ovale, labre peu dilaté, à bords entiers, pourvu d'un canal antérieur court, et quelquefois d'un autre postérieur. Le milieu intérieur du labre porte une forte dent ou une protubérance oblongue, longitudinale, qui, dans la fossilisation, laisse sur le moule une dépression. Nous en connaissons 9 espèces : les premières de l'étage cénomanien, les dernières et le maximum de l'étage sénonien (*fig.* 179).

§ 559. 6e famille : NATICIDÆ. Coquille spirale, globuleuse ou déprimée, à spire plus ou moins saillante, régulière; bouche semi-lunaire, modifiée par le retour de la spire, pourvue d'un ombilic ouvert ou encroûte.

§ 560. G. *Natica*, Adanson, 1757. Coquille épaisse, variant de la forme aplatie à la forme ovale, formée d'une spire courte, d'une ouverture ovale ou semi-lunaire, pourvue souvent de callosités qui s'unissent plus ou moins aux callosités dont l'ombilic est chargé. Cette partie est simplement ouverte, pourvue d'un funicule, ou fermée par des callosités. On en connaît 290 espèces fossiles : les premières de l'étage murchisonien. Aujourd'hui, à leur maximum, elles vivent dans les mers chaudes et tempérées, sur le sable des plages au niveau et au-dessous des marées.

§ 561. G. *Sigaretus*, Adanson, 1757. Les coquilles de sigaret se distinguent des *Natica* par leur moindre épaisseur, par leur forme déprimée, par le manque d'ombilic, par l'ouverture plus large et la présence de stries. On en connaît 16 espèces fossiles de tous les étages tertiaires. Aujourd'hui, au maximum, elles vivent comme les Natices, dans les régions chaudes des Océans.

§ 562. G. *Narica*, d'Orb., 1839. Ce genre se distingue des Natices par sa coquille généralement striée en long, par son large ombilic non calleux, par la bouche semi-lunaire, non modifiée par le retour de la spire, dont le bord columellaire, mince, est coupé droit. Les espèces vivantes sont des mers chaudes, et vivent sur les rochers ou sur les bancs de coraux.

§ 563. G. *Deshayesia*, Raulin, 1844 (*Naticella*, Grateloup, 1845). Ce sont des natices pourvues, dans l'intérieur de la bouche, sur le bord columellaire, de dents analogues aux dents des Nérites. On connaît, de ce genre perdu, deux espèces de l'étage falunien.

§ 564. 7e famille : NERITIDÆ. Coquille spirale, large, non ombiliquée, globuleuse, déprimée, à spire courte quelquefois cachée, à bouche semi-lunaire, épaisse sur la région columellaire, prolongée, calleuse et souvent dentée. Un opercule.

§ 565. G. *Neritopsis*, Sowerby, 1825. Ce genre, voisin des *Nerita* par la forme, s'en distingue par le bord columellaire échancré, au lieu de

montrer une surface plane et des dents. Nous en connaissons 20 espèces fossiles : les premières de l'étage conchylien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 566. G. *Nerita*, Linné, 1768 (*Nerita* et *Neritina*, Lam.). Coquille semi-globuleuse, spirale, à bouche aplatie sur la région columellaire et pourvue ou non de dents. Les Nérites avec des dents, et celles sans dents, dont Lamarck a fait ses *Neritina*, sont marines ; elles vivent dans les régions chaudes, sur les rochers battus de la vague. Quelques espèces seulement, sans caractères distinctifs, sont des eaux douces courantes. C'est à tort qu'on a cru que les *Neritina* étaient toutes fluviatiles et toutes les conjectures géologiques sur le mélange d'espèces marines et d'espèces fluviatiles, basées sur la présence des Néritines, dans les couches tertiaires sont tout à fait illusoires. On en connait 76 espèces fossiles :

Fig. 180. Nerita Schemidelliana, Chemn., 1758.

les premières à l'étage sinémurien. Le maximum est à l'époque actuelle (*fig.* 180).

§ 567. G. *Pileolus*, Sowerby, 1823. Ce sont des Nérites sans spire, clypéiformes, à coquille symétrique, conique, à sommet central, bordée de larges expansions, et pourvue d'une ouverture inférieure semi-lunaire. Toutes sont fossiles. On en connait 7 espèces : les premières à l'étage bathonien, le maximum à l'étage corallien, les dernières à l'étage parisien.

§ 568. 8e famille : Trochidæ. Coquille ronde, conique ou déprimée, presque toujours nacrée en dedans, à bouche entière, ronde ou anguleuse.

§ 569. G. *Phorus*, Montfort, 1810. Coquille non nacrée, conique, à bouche très-évasée au bord columellaire, ayant la propriété d'agglutiner les corps étrangers de manière à s'en couvrir. On en connait 18 espèces fossiles : les premières de l'étage sénonien ; le maximum à l'époque actuelle où elles vivent au-dessous des marées, sur les fonds sablonneux des régions tropicales (*fig.* 181).

§ 570. G. *Trochus*, Linné, 1758. Coquille trochoïde, déprimée, carénée

ou non au pourtour, à spire conique, ombiliquée ou non, dont la bouche est triangulaire, déprimée, toujours nacrée. Il ne faut pas confondre avec les *Trochus* les moules intérieurs des *Pleurotomaria* (§ 587). On en connait environ 329 espèces fossiles de tous les étages : les premières sont de l'étage dévonien, le maximum à l'époque actuelle où les espèces vivent au niveau et peu au-dessous des marées, sur les rochers de toutes les régions.

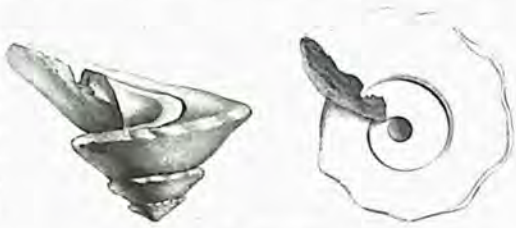


Fig. 181. Phorus canaliculatus.

§ 571. G. *Helicocryptus*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Trochus* dont les tours sont embrassants en dessus, de manière à cacher la moitié de leur largeur. Ce genre perdu a deux espèces : l'une de l'étage corallien, l'autre de l'étage cénomanien.

§ 572. G. *Pitonnellus*, Montfort, 1810 (*Rotella*, Lamarck, 1819 ; *Ptychomphalus*, Agassiz, 1838). Coquille déprimée, luisante, qui diffère des *Trochus* par son ombilic couvert d'une forte callosité, par sa bouche semi-lunaire, à bords minces, tranchants. On en connait 13 espèces fossiles : les premières de l'étage dévonien ; aujourd'hui au maximum, elles vivent dans les régions tropicales sur le sable, au-dessous des marées.

§ 573. G. *Solarium*, Lamarck, 1801. Coquille non nacrée, déprimée, orbiculaire, à ombilic très-ouvert permettant d'apercevoir tous les tours de spire. Bouche quadrangulaire ou arrondie, ombilic le plus souvent crénelé au pourtour. On en a décrit 84 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien, le maximum dans les mers actuelles où elles vivent dans les régions chaudes, sur le sable, au-dessous des marées (*fig.* 182).

Fig. 182. Solarium ornatum.

§ 574. G. *Straparollus*, Montfort, 1810. (*Euomphalus*, Sowerby, 1814; *Maclura* et *Ophileta*, Hall, 1847). Ces coquilles voisines des *Solarium* par leur large ombilic, par leur forme déprimée, s'en distinguent par leurs tours ronds ou carrés, non crénelés dans l'ombilic. De ce genre

perdu on connaît 88 espèces : les premières de l'étage silurien, le maximum à l'étage carbonifèrien, les dernières à l'étage cénomanien.

§ 575. G. *Bifrontia*, Deshayes, 1824. Ce sont des *Solarium* à tours anguleux, dont la bouche est profondément échancrée en dessus. Ce genre perdu renferme 5 espèces : les premières de l'étage suessonien, le maximum et les dernières de l'étage parisien.

§ 576. G. *Serpularia*, Rœmer, 1843. Nous réunissons dans ce genre les *Straparollus* dont les tours de spire ne se touchent pas et sont disjoints. On connaît de ce genre perdu 5 espèces : les premières et le maximum à l'étage dévonien, les dernières de l'étage parisien.

§ 577. G. *Scalites*, Conrad, 1842 (*Raphistoma*, Hall, 1847). Ce sont des *Straparollus* quelquefois plus longs que larges, à tours anguleux en dessus, mais sans ombilic ouvert. On connaît de ce genre perdu 8 espèces : les premières et le maximum à l'étage silurien, les dernières à l'étage carbonifèrien.

§ 578. G. *Delphinula*, Lamarck, 1804. Nous ne conservons, dans ce genre, que les coquilles à tours ronds, à bouche entière, dont les bords réunis sont pourvus d'un bourrelet, les autres espèces de Lamarck et des auteurs rentrent dans le genre Turbo. Nous en connaissons 12 espèces fossiles : les premières de l'étage saliférien ; le maximum est à l'époque actuelle, où les espèces vivent sur le sable des régions chaudes, au-dessous des marées.

§ 579. G. *Phasianella*, Lamarck, 1804. Ces coquilles ne se distinguent des *Turbo* que par leur forme plus allongée, par leur bouche ovale, dont les bords tranchants sont désunis. Elles ont, de même, un opercule testacé à éléments spiraux. On en connaît 72 espèces fossiles : les premières de l'étage dévonien, le maximum à l'époque actuelle où elles vivent sur les rochers, au niveau inférieur des marées et au-dessous, dans les régions chaudes et tempérées.

§ 580. G. *Turbo*, Linné, 1758. Coquille ovale, munie d'une spire saillante, bouche ronde dont les bords simples sont quelquefois modifiés par le retour de la spire. Un opercule testacé à éléments spiraux. Ces coquilles sont plus courtes que les phasianelles. Elles vivent aujourd'hui sur les rochers au niveau et au-dessous du balancement des marées, principalement dans les régions chaudes. Nous en connaissons 371 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum a lieu dans les mers actuelles

Fig. 183. Turbo subcostatus. (*fig.* 183).

§ 581. *Stomatia*, Lamarck, 1801 (*Stomatella* et *Stomatia*, Lam.). C'est un Turbo dont la spire courte et aplatie représente une coquille ovale, auriforme, à bouche entière, plus large que longue, et nacrée. Nous en connaissons 18 espèces fossiles : les premières à l'étage silurien; aujourd'hui au maximum elles vivent sous les pierres, dans les régions chaudes, au niveau inférieur des marées.

§ 582. 9e famille : Haliotidæ. Coquille spirale, déprimée, auriforme ou conique, toujours percée de trous distincts de la bouche, ou pourvue sur le bord, soit d'un profond sinus, soit d'une fente.

§ 583. G. *Haliotis*, Linné, 1740. Coquille déprimée, auriforme, à spire à peine contournée, le dernier tour étant trois à six fois plus grand que les autres. Bouche évasée, occupant toute la longueur de la coquille. Une série de trous respiratoires sur le côté, dont les derniers seuls sont ouverts. Les espèces actuelles sont des régions chaudes, et s'attachent aux rochers des côtes, au niveau inférieur du balancement des marées. On en connaît 3 espèces fossiles des terrains tertiaires; elles sont aujourd'hui au maximum.

§ 584. G. *Polytremaria*, d'Orb., 1847. Ce genre, par sa forme trochoïde et par sa spire élevée et conique, diffère des *Haliotis*, dont il a les ouvertures séparées sur une ligne. C'est, en un mot, un Haliotis sous la forme d'un Trochus. On en connaît une seule espèce fossile de l'étage carbonifèrien.

§ 585. G. *Cirrus*, Sow., 1818. Ce genre, conique comme les *Polytremaria* et pourvu, comme eux, d'ouvertures respiratoires, s'en distingue par des ouvertures prolongées en tubes dont les derniers seuls sont ouverts. Toutes les espèces sont fossiles. On en connaît 6 espèces : les premières de l'étage dévonien, le maximum à l'étage carbonifèrien, les dernières de l'étage bajocien (*fig.* 184.)

Fig. 184. Cirrus Goldfussii.

§ 586. G. *Dytremaria*, d'Orb., 1842 (*Rimulus*, d'Orb., 1839, non Defrance ; *Trochostoma*, Deslongchamps, 1842). Avec la forme générale des deux genres précédents, celui-ci s'en distingue par son labre percé en dehors, à une assez grande distance du bord, d'un seul trou respira-

toire ovale, sans saillie. Ombilic en entonnoir, la bouche se continuant

Fig. 185. Pleurotomaria Fleuriausa

Fig. 186. Pleurotomaria Santonensis.

jusqu'au fond, en une partie étroite. Toutes les espèces sont fossiles dans les terrains jurassiques Nous en connaissons 10 : les premières de l'étage liasien, le maximum de l'étage bajocien, les dernières de l'étage corallien.

§ 587. G. *Pleurotomaria*, Defrance, 1825. Encore avec la forme trochoïde très-variable des genres précédents, les *Pleurotomaria* s'en distinguent par un fort sinus ou une longue fente, qui part du milieu du labre et se prolonge plus ou moins ; le reste, oblitéré à mesure que la coquille s'accroit, forme, sur les tours précédents, une bande distincte, que nous appelons *bande du sinus*, qui sert toujours à distinguer ce genre des Trochus de même forme. Toutes les espèces, au nombre de 388, sont fossiles, ainsi distribuées dans les étages : les premières de l'étage silurien, le maximum à l'étage carbonifèrien, les dernières de l'étage parisien (*fig.* 185, 186).

§ 588. G. *Murchisonia*, Verneuil et d'Archiac, 1842. Ce sont des coquilles qui, avec tous les caractères des *Pleurotomaria*, sont plus longues que larges, turriculées. De ce genre perdu nous connaissons 50 espèces : les premières à l'étage silurien, le maximum à l'étage carbonifèrien, les dernières à l'étage permien (*fig.* 187).

§ 589. G. *Porcellia*, Léveillé, 1835. Ce sont des coquilles également ombiliquées des deux côtés, enroulées sur le même plan, excepté dans le jeune âge, où elles sont obliques. Une fente comme chez les pleurotomaires. On connaît de ce genre perdu 10 espèces : les premières et le maximum à l'étage dévonien, les dernières à l'étage salifèrien.

§ 590. G. *Siliquaria*, Brugnière, 1791. Coquille spirale régulière dans le jeune âge, irrégulière ensuite, à tours disjoints ou serpuliformes, pourvus dans toute leur longueur d'une fente latérale Ouverture circulaire.

On connait 13 espèces fossiles : la première de l'étage suessonien ; aujourd'hui, au maximum, elles sont des mers chaudes et tempérées, au-dessous des marées.

§ 591. 11e famille : CYPREADÆ. La coquille se distingue par un mode d'accroissement tout particulier. Elle grandit avec un bord mince, jusqu'à un certain âge, puis s'arrête, borne diversement son ouverture, l'épaissit de bourrelet, ne grandit plus, mais s'encroûte extérieurement au moyen du large manteau de l'animal qui polit continuellement la coquille. Point d'opercule.

§ 592. G. *Cypræa*, Linné, 1740. Coquille globuleuse, ovale ou oblongue, à spire embrassante, presque toujours cachée. L'ouverture est longitudinale, étroite, fortement dentée de chaque côté, formée du labre roulé en dedans ; un canal se montre à chaque extrémité. Les Cypræa, aujourd'hui au maximum de leur développement spécifique, vivent dans les mers chaudes et tempérées, sur les côtes rocailleuses ou les récifs de coraux, au-dessous du balancement des marées. On connait 87 espèces fossiles, de tous les étages tertiaires (*fig.* 188).

Fig. 187. Murchisonia bigranulosa.

§ 593. G. *Ovula*, Bruguière, 1791. Ce genre, de même forme et vivant comme les Cypræa, s'en distingue seulement par son bord columellaire non denté. Elles sont souvent plus enroulées sur elles-mêmes et plus allongées. On en connait 15 espèces fossiles : les premières de l'étage turonien. Le maximum dans les mers actuelles.

§ 594. G. *Erato*, Risso, 1825. Ce sont des Cypræa à tours de spire saillants sans canal postérieur au labre. On en connait 2 espèces fossiles des derniers étages tertiaires. Elles vivent aujourd'hui à leur maximum.

Fig. 188. Cypræa elegans.

§ 595. G. *Marginella*, Lamarck, 1801. Coquille ovale ou oblongue, à spire souvent apparente, en rouleau. Ouverture longitudinale, étroite,

formée d'un labre non roulé sur lui-même, mais seulement épaissi d'un bourrelet externe ; un sinus antérieur seulement et de forts plis réguliers sur la columelle. Les *Marginella* vivent comme les *Cypræa* et sont spéciales aux mers chaudes. On ne les trouve fossiles que dans les étages tertiaires où l'on en connait 31 espèces.

§ 596. 12e famille : Olividæ. Coquille lisse, brillante, ayant un accroissement uniforme, enroulée latéralement en rouleau, la spire bien moins longue que le reste ; ouverture longue, étroite, sans bourrelet sur le labre, pourvue de stries sur la columelle. Rarement un opercule corné. Tous les genres sont des régions tropicales, et vivent seulement sur les plages sablonneuses au niveau inférieur et au-dessous du balancement des marées.

§ 597. G. *Oliva*, Lamarck, 1801. Coquille cylindrique, la spire courte ; la bouche étroite en avant, striée sur le bord columellaire, est pourvue d'une échancrure antérieure, et postérieurement d'un canal, qui s'étend sur la ligne suturale des tours, jusqu'au sommet de la coquille. On en connait 26 espèces fossiles, de tous les étages tertiaires. Le maximum est à l'époque actuelle.

§ 598. G. *Ancyllaria*, Lamarck, 1801 (*Ancyllaria, Eburna*, Lam.). Ce genre diffère des olives, dont il a la forme, par la spire non canaliculée sur la suture, et encroûtée ; l'ouverture est seulement pourvue d'une callosité postérieure sur le bord columellaire. On en connait 27 espèces fossiles de tous les étages tertiaires, le maximum est à l'étage parisien ; les espèces vivantes sont moins nombreuses.

§ 599. G. *Terebellum*, Lamarck, 1801. Coquille mince, en rouleau étroit, pourvue d'une spire apparente ou non ; bouche étroite, allongée, élargie et tronquée en avant, étroite en arrière. Columelle lisse, tronquée. On en connait 9 espèces fossiles des terrains tertiaires : le maximum à l'étage suessonien. Une espèce vit dans les mers chaudes.

§ 600. 14e famille : Volutidæ. Coquille ovale, oblongue, enroulée latéralement, de manière à laisser une spire plus ou moins saillante, souvent plus longue que le reste ; ouverture ovale, sans bourrelet externe, pourvue, en avant, d'une échancrure ; sur la columelle sont des côtes ou des plis réguliers saillants, transverses. Des régions chaudes et tempérées, où elles se tiennent au-dessous du balancement des marées.

§ 601. G. *Voluta*, Linné, 1758. Coquille ovale ventrue, échancrée en avant, columelle avec des plis dont les supérieurs sont les plus gros. La spire courte, terminée par un bouton, n'est jamais encroûtée ni polie. Les volutes vivent sur les plages sablonneuses des mers chaudes et tempérées. On en connait 88 espèces fossiles : les premières de l'étage cénomanien. Elles sont aujourd'hui à leur maximum (*fig.* 189).

§ 602. G. *Mitra*, Lamarck, 1801. Coquille allongée, turriculée, ou

fusiforme, dont la spire est allongée. Bouche étroite, échancrée en avant, sans canal postérieur, munie sur la columelle, de gros plis parallèles entre eux, transverses, dont les supérieurs sont les plus petits. Les espèces vivantes sont des régions tropicales, et se tiennent entre les récifs de coraux, bien au-dessous du balancement des marées. Nous en connaissons 82 espèces fossiles : les premières de l'étage cénomanien. Aujourd'hui elles sont au maximum dans les mers actuelles.

Fig. 189. Voluta elongata.

§ 603. G. *Cancellaria*, Lamarck, 1801. Coquille ovale, à spire allongée, pourvue, extérieurement, de côtes croisées ; ouverture ovale, échancrée ou subcanaliculée en avant, munie, sur la columelle, de plis saillants transverses ; labre strié à l'intérieur. Les espèces vivantes, au maximum, sont actuellement des mers tropicales, et se tiennent sur les fonds de sable, près des rochers, au-dessous du balancement des marées. On en connaît 61 espèces fossiles, toutes des terrains tertiaires.

§ 604. 13e famille : Conidæ, d'Orb. Ne contenant que le seul G. *Conus*, Linné, elle est caractérisée par sa coquille oblongue ou allongée, enroulée comme un cornet ; son ensemble forme un cône dont la base est représentée par la spire. Ouverture étroite, allongée, un peu élargie et échancrée en avant ; columelle lisse ou seulement striée. Les tours de spire intérieurs se résorbent à mesure de l'accroissement, et la coquille y est mince comme une feuille de papier. On a cité des espèces de *Conus* dans l'étage liasien ; mais l'étude de ces espèces nous a prouvé combien en Paléontologie il faut se garder de prononcer sur des observations superficielles. Décrites, sous ce nom, par M. Deslongchamps, qui n'avait vu que la forme extérieure de l'ensemble, ces espèces se trouvaient former une exception au milieu des terrains jurassiques, puisque, depuis le lias jusqu'à la partie supérieure des terrains crétacés, où le genre devient commun, aucune de ses espèces ne s'y montre. La forme extérieure étant identique aux cônes, il nous restait un moyen infaillible de reconnaître si cette forme ne trompait pas. Nous avons brisé la coquille

et nous avons reconnu que ces tours n'étaient pas plus minces à l'intérieur qu'au dernier. Dès lors ce ne pouvaient être des cônes, et l'anomalie disparaissait. Ce sont, en effet, des *Acteonina* (§ 551) d'une tout autre famille. On connait 91 espèces de cônes fossiles, les premières de l'étage sénonien. Aujourd'hui à leur maximum, elles vivent dans les mers chaudes, sur les côtes rocailleuses, au-dessous des marées.

§ 605. 15e famille : Strombidæ. Coquille allongée ou conique dans le jeune âge, et qui, après avoir grandi plus ou moins longtemps, sous la forme d'un cône ou d'un fuseau, s'arrête dans son accroissement; alors son labre se dilate, s'épaissit et s'élargit de diverses manières, soit en ailes, soit en digitations. La bouche est terminée en avant, par un tube ou canal respiratoire au côté duquel est un sinus distinct.

§ 606. *Strombus*, Linné, 1758. Coquille variable, commençant par une coquille conique; puis dans l'âge adulte, son labre se dilate en une aile simple, pourvue en arrière d'un lobe ou d'une crénelure, et en avant,

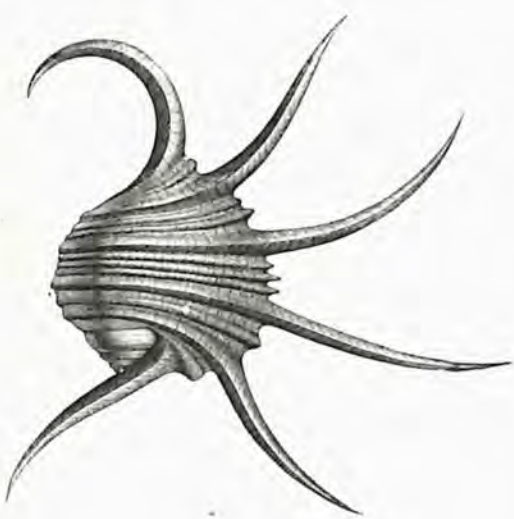


Fig. 190. Pterocera Oceani.

d'un sinus distinct de l'échancrure respiratoire courte. On en connait 28 espèces fossiles, les premières de l'étage néocomien. Elles sont au-

jourd'hui à leur maximum, et vivent dans les mers tropicales, sur les rochers et sur les coraux, au-dessous des marées.

§ 607. G. *Pterocera*, Lamarck, 1801. Les Ptérocères pourvues d'ailes et du sinus antérieur des strombes, s'en distinguent, seulement, par l'aile du labre pourvue de longues digitations, dont une vient s'appuyer sur les tours de spire, et par un long tube ou canal respiratoire, courbé en avant. C'est du reste une coupe arbitraire. On en connaît 83 espèces fossiles, les premières de l'étage liasien, le maximum à l'étage oxfordien. Aujourd'hui elles vivent comme les strombes (*fig.* 190).

§ 608. G. *Rostellaria*, Lamarck, 1801. Coquille turriculée, terminée en avant, par un long canal respiratoire, tubuleux, droit; labre très-dilaté, aliforme, séparé du canal par un sinus qui lui est contigu, au lieu d'en être séparé comme chez les strombes et les ptérocères. On en connaît 82 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien, le maximum à l'étage sénonien. Les espèces vivantes, en petit nombre, sont des mers chaudes, sur les fonds sablonneux, au-dessous des marées.

§ 609. G. *Chenopus*, Philipp., 1837. (*Aporaïs*, Recluz, non Gualtieri). Ce genre, bien distinct des Rostellaria par l'animal, s'en distingue encore par son aile généralement épaissie, digitée, et surtout par son canal respiratoire, tordu sur lui-même, et creusé sur un appendice assez large. On en connaît 10 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien; elles sont aujourd'hui à leur maximum dans les mers tempérées.

§ 610. 16e famille : Fusidæ. Coquille allongée, généralement fusiforme, c'est-à-dire renflée au milieu, pourvue, en avant, d'un canal respiratoire prolongé, et en arrière d'une spire plus ou moins allongée, sans varices. Point de bourrelet, ni d'aile au labre. Tous les genres vivent sur les fonds de sable, près des rochers, peu au-dessous du balancement des marées.

§ 611. G. *Spinigera*, d'Orb., 1847. Coquille ayant la forme des Fusus, prolongée en avant en un long canal; spire allongée; de chaque côté sont des points d'arrêt réguliers, pourvus chacun d'une longue épine. Ce genre perdu renferme 4 espèces : les premières de l'étage bajocien, la dernière de l'étage sénonien.

§ 612. G. *Pleurotoma*, Lamarck, 1801. Ce sont des Fusus pourvus, sur le labre, à sa partie moyenne ou inférieure, d'une entaille ou d'un sinus. On en connaît plus de 300 espèces fossiles : les premières de l'étage sénonien. Actuellement au maximum, elles vivent dans les mers chaudes et tempérées.

§ 613. G. *Fusus*, Bruguière, 1791. Coquille allongée, fusiforme ou ventrue, pourvue d'un canal respiratoire plus ou moins long; columelle lisse; labre sans échancrure ni sinus. On en connaît 329 espèces fossi-

les : les premières de l'étage bathonien, elles vont ensuite en croissant de nombre jusqu'à l'époque actuelle où elles ont leur maximum (*fig.* 191).

Fig. 191. Fusus neocomiensis.

§ 614. G. *Pyrula*, Lam., 1801. Nous réduisons le genre aux espèces minces, treillissées par de petites côtes longitudinales et transverses, pyriformes, à spire très-courte, dont le dernier est renflé, terminé en avant par un canal ouvert. Ces coquilles ont un aspect différent des autres pyrules de Lamarck, qui, pour nous, sont des fuseaux raccourcis. On en connaît 24 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien. Elles sont aujourd'hui à leur maximum, dans les régions chaudes des mers.

§ 615. G. *Trichotropis*, Broderip, 1829 (*Fulgur*, Conrad, non Montfort, 1810). Ce sont des Fusus à épiderme, pourvus d'un canal courbe autour d'un large ombilic. On en connaît 6 espèces fossiles de l'étage falunien des États-Unis.

§ 616. G. *Fasciolaria*, Lam., 1801. Genre institué par Lamarck pour renfermer les *Fusus*, qui ont quelques côtes ou plis obliques, sur le bord columellaire supérieur. On en connaît 31 espèces fossiles : les premières de l'étage danien, aujourd'hui au maximum elles vivent dans les mers tropicales.

§ 617. G. *Turbinella*, Lamarck, 1801. Autre genre, destiné à recevoir les *Fusus* pourvus, sur la partie moyenne du bord columellaire, de trois à cinq côtes ou plis transverses saillants. On en connaît 21 espèces fossiles de l'étage falunien ; aujourd'hui elles vivent dans les mers chaudes.

§ 618 17e famille : Muricidæ. Coquille spirale, variable de forme, en massue, ovale ou anguleuse, toujours pourvue sur le labre d'un bourrelet simple, épineux ou foliacé, soit momentané et se renouvelant périodiquement, soit dans l'âge adulte seulement. Son canal respiratoire est long, souvent tubuleux.

§ 619. G. *Typhis*, Montfort, 1810. Ce sont des *Murex* pourvus de tubes au lieu d'épines, placés sur trois faces dont les derniers seuls sont ouverts. Cette coupe, bien circonscrite, se compose d'espèces propres aux mers chaudes, qui vivent sur les fonds de sable, bien au-dessous du balancement des marées. On en connaît 13 espèces fossiles, des étages parisien et falunien (*fig.* 192).

§ 620. G. *Murex*, Linné, 1758. Ce genre renferme les espèces ovales

ou oblongues, pourvues antérieurement d'un canal respiratoire, de trois et plus de varices ou de bourrelets épaissis, foliacés ou épineux, par tour de spire, formant des rangées longitudinales sur toute la coquille. Les espèces vivantes, au maximum, sont des régions chaudes et tempérées, et vivent sur les rochers ou sur les bancs de coraux, au niveau ou au-dessous du balancement des marées. On en connaît 132 espèces fossiles : les premières de l'étage sénonien, les autres tertiaires.

Fig. 192. Typhis tubifer.

§ 621. G. *Ranella*, Lamarck. On y range les *Murex*, de forme variable, déprimée, dont les varices ou les bourrelets successifs sont placés sur deux faces opposées de la coquille, qu'ils soient simples ou épineux. Ouverture ovale ou arrondie. Toutes les espèces vivantes au maximum sont des mers chaudes et tempérées, et se tiennent sur les fonds de sable, près des rochers, au-dessous du niveau des marées. Les espèces fossiles au nombre de 20 sont des étages falunien et subapennin.

§ 622. G. *Triton*, Montfort, 1810. On y place les *Murex* dont les varices ou les bourrelets successifs, qu'ils soient alternes ou isolés, ne forment pas de rangées longitudinales ; la bouche a des dents sur le labre. On en connaît 48 espèces de tous les étages tertiaires. Aujourd'hui à leur maximum, elles vivent comme les *Ranella*.

§ 623. 18e famille : Buccinidæ. Coquille spirale, ovale, allongée ou turriculée, pourvue ou non de bourrelet sur le labre, ceux-ci alors irrégulièrement placés. Canal respiratoire court, retourné, ou réduit à une simple échancrure.

§ 624. G. *Monoceros*, Lamarck, 1809. Ce sont de véritables *Purpura*, armées, sur le labre, en dehors du sinus, d'une pointe longue et aiguë. On en connaît 6 espèces fossiles des étages parisien et falunien. Aujourd'hui à leur maximum, elles vivent sur les rochers, au niveau des marées.

§ 625. G. *Purpura*, Bruguière, 1791. Coquille ovale, épaisse, dont l'ouverture large, dilatée, est pourvue en avant d'une forte et large échancrure respiratoire oblique, à peine canaliculée. Bord columellaire aplati, en pointe en avant ; labre simple non épaissi. Les espèces actuellement vivantes se tiennent sur les rochers, au niveau du balance-

ment des marées. On en connaît 18 espèces fossiles, les premières de l'étage falunien. Le maximum est dans les mers d'aujourd'hui.

§ 626. G. *Purpurina*, d'Orb., 1847. Coquille ovale ou allongée, épaisse, dont l'ouverture est large, pourvue seulement en avant d'un très-étroit sillon qui remplace l'échancrure des Purpura; bord columellaire non aplati. Ce genre perdu contient 12 espèces fossiles : les premières de l'étage bajocien, le maximum et les dernières espèces à l'étage corallien.

§ 627. G. *Sistrum*. Montfort, 1810 (*Ricinula*, Lamarck, 1819). Ce sont des *Purpura*, dont l'ouverture est pourvue de dents inégales sur la columelle, et d'un labre épaissi en dedans et souvent denté. Les espèces vivantes à leur maximum ont les habitudes des pourpres. On connaît 18 espèces fossiles des deux derniers étages tertiaires.

§ 628. G. *Cerithium*, Adanson, 1757. Coquille allongée, turriculée, épaisse; ouverture courte, oblongue, oblique, terminée en avant par un canal court, tronqué, recourbé, et pourvue, en arrière, d'une gouttière plus ou moins marquée, le labre souvent épaissi et saillant au milieu, oblique de droite à gauche. Les espèces vivantes sont de toutes les régions et se tiennent sur le sable et les graviers, près des rochers, au niveau des marées. On en connaît 540 espèces fossiles : les premières à l'étage saliférien, et ensuite dans tous les étages jusqu'à l'époque actuelle, où elles sont au maximum (*fig.* 193).

§ 629. G. *Nassa*, Lamarck, 1801. Coquille courte, ramassée ou ovale; bouche ovale, dont le bord columellaire est calleux, et le labre fortement épaissi d'un bourrelet souvent denté à l'intérieur. Le canal est court, réfléchi en dessus. Les espèces vivantes à leur maximum sont de toutes les régions et vivent sur les fonds de sable, au niveau inférieur et au-dessous du balancement des marées. Les espèces fossiles au nombre de 50 sont de tous les étages tertiaires.

Fig. 193.
Cerithium hexagonum.

§ 630 G. *Buccinum*, Linné. Nous restreignons le genre aux espèces dont l'animal a des yeux et un court manteau, et dont la coquille ovale, oblongue ou allongée, est pourvue d'une ouverture ovale, d'une étroite échancrure en avant, et dont la columelle non calleuse est renflée près de l'échancrure. Le labre est souvent sinueux, simple, sans bourrelet. Les espèces vivantes, au maximum, sont de toutes les régions, elles se tiennent sur les rochers, au niveau inférieur du balancement des marées. On en connaît

59 espèces fossiles : les premières de l'étage albien, les autres des terrains tertiaires.

§ 631. G. *Sulcobuccinum*, d'Orb., 1847. Nous plaçons, sous ce nom, des Buccinum pourvus d'un léger sinus sur le labre, marqué au dehors par un fort sillon. Nous en connaissons 5 espèces fossiles des terrains tertiaires inférieurs.

§ 632. G. *Buccinanops*, d'Orb. Ce genre qui diffère des *Buccinum* par son animal sans yeux et dont le manteau est très-développé, s'en distingue facilement par sa coquille lisse, par l'ouverture évasée, munie d'une large échancrure en avant, par le labre tranchant et droit, enfin par un encroûtement postérieur simple, sans dents au bord columellaire. Ces coquilles, aujourd'hui à leur maximum, vivent à toutes les régions, enfoncées dans le sable vaseux, au niveau inférieur et au-dessous des marées. Les espèces fossiles, au nombre de 7, sont de tous les étages tertiaires.

§ 633. G. *Terebra*, Lam., 1801. Ce genre est un buccin allongé, turriculé, comme les *Cerithium*, terminé en pointe régulière, dont les tours sont lisses, et dont l'ouverture ovale est dépourvue de bourrelet sur le labre qui est droit, oblique de gauche à droite ; le canal est réduit à une échancrure bornée par une columelle torse ou oblique, saillante en côte en dehors. Les espèces vivantes à leur maximum, sont des régions chaudes, et vivent sur le sable entre les bancs de coraux. On en connaît 30 espèces fossiles de tous les étages tertiaires.

§ 634. G. *Columbella*, Lamarck, 1822. L'étude des animaux nous fait placer dans ce genre, non-seulement les espèces de Lamarck, dont le labre est bordé d'un bourrelet, dont une saillie rétrécit la bouche au milieu, mais encore tous les buccins des auteurs, pourvus de bourrelet à la bouche, dont la columelle n'est pas aplatie, comme celle des pourpres et dont le canal respiratoire est simplement échancré et non pas réfléchi comme celui des Nassa. Elles ont ou des dents ou des plis sur la columelle. Elles sont des mers chaudes et vivent sur le sable, près des rochers, au-dessous du balancement des marées. On en connaît 21 espèces fossiles : les premières de l'étage falunien Elles sont aujourd'hui à leur maximum.

§ 635. G. *Colombellina*, d'Orb. Ce genre diffère des colombelles dont il a la forme et le labre épaissi, par sa bouche plus flexueuse en S, par sa partie antérieure pourvue d'un canal court, mais circonscrit, et par sa partie postérieure prolongée en un long canal, tubuleux ou non. On en connaît 4 espèces fossiles : les premières à l'étage néocomien, le maximum et les dernières à l'étage sénonien.

§ 636. 19e famille : Cassidæ. Coquille spirale, large, ventrue, bordée le plus souvent, aux diverses périodes de son accroissement, de bourrelets sur le labre ; canal respiratoire court, souvent réfléchi en dessus.

§ 637. G. *Harpa*, Lamarck, 1801. Coquille bombée, à spire courte, encroûtée, pourvue d'une large ouverture, simplement échancrée en avant, lisse sur la columelle, qui est aplatie et pointue en avant. Des côtes longitudinales parallèles, tranchantes, couvrent tous les tours. Ce genre des régions tropicales, se tient sur le sable des côtes, au-dessous des marées. On en connaît 3 espèces fossiles, des terrains tertiaires. Les espèces sont aujourd'hui au maximum.

§ 638. G. *Dolium*, Lamarck, 1801. Coquille mince, ventrue, globuleuse, dont l'ouverture large, oblongue, est échancrée en avant. Des sillons transverses parallèles couvrent tous les tours. Les espèces vivantes, à leur maximum, sont des régions tropicales, se tiennent sur le sable, au-dessous des marées. Les deux espèces fossiles sont de l'étage falunien.

§ 639. G. *Cassis*, Bruguière, 1791. Coquille courte, globuleuse ou anguleuse, à spire courte; ouverture étroite, bordée à des distances régulières dans l'accroissement, ou seulement dans l'âge adulte, de forts bourrelets dentés sur le labre; columelle plissée ou ridée. Canal respiratoire court, brusquement recourbé en dessus. Les Casques, aujourd'hui à leur maximum, sont généralement des régions chaudes, et vivent sur les fonds sablonneux, surtout entre les récifs de coraux. On en connaît 30 espèces fossiles de tous les étages tertiaires (*fig.* 166).

§ 640. G. *Morio*, Montfort, 1810 (*Cassidaria*, Lamarck, 1811). Ce sont des Casques dont le canal respiratoire, au lieu d'être recourbé brusquement en dessus, est assez long et oblique en avant. Les habitudes de ce genre sont identiques à celles des *Cassis*. On en connaît 14 espèces fossiles de tous les étages tertiaires. Elles sont aujourd'hui à leur maximum.

§ 641. G. *Oniscia*, Sowerby, 1825. Ce sont des Casques qui n'ont qu'un seul point d'arrêt, le dernier, et le canal court, tordu et non tubuleux. On en connaît 2 espèces fossiles de l'étage falunien. Les espèces, aujourd'hui à leur maximum, sont des mers chaudes.

§ 642. 20e famille : Crepidulidæ. Coquille conique ou subspirale, non symétrique, à ouverture large, évasée. La coquille est libre, mais l'animal, libre dans le jeune âge, se fixe, et ne changeant plus de place durant toute son existence, la coquille devient irrégulière, suivant les corps où l'animal s'est appliqué pendant sa vie. Les espèces vivent essentiellement sur le littoral rocailleux de toutes les régions se fixant aux rochers ou aux autres coquilles.

§ 643. G. *Capulus*, Montfort, 1810 (*Pileopsis*, Lam., 1811 ; *Hipponix*, Def.; *Aetita*, Fischer, 1844) Coquille mince ou épaisse, en cône oblique ou en bonnet dont le sommet est courbé latéralement et dont l'intérieur simple est formé d'une seule cavité arquée, transverse ; où l'on remarque une impression musculaire en fer à cheval, l'ouverture ronde ou ovale,

le bord postérieur plus court que l'autre. Souvent, pour niveler les inégalités du corps sur lequel les espèces se fixent, elles y déposent des matières calcaires et se forment un support testacé, ou bien elles s'y creusent une légère cavité. On en connaît 47 espèces fossiles : les premières de l'étage murchisonien. Elles sont aujourd'hui à leur maximum de développement numérique.

§ 644. G. *Calyptraa*, Lamarck, 1801. Coquille conique non spirale, pourvue, dans l'intérieur, d'une lame en demi-cornet, libre à sa base, fixé par son sommet. On en connaît 2 espèces fossiles de l'étage falunien. Les espèces vivantes sont aujourd'hui à leur maximum.

§ 645. G. *Calypeopsis*, Lesson, 1830. Ce genre ne diffère des Calyptrées dont il a les habitudes, que par sa lame interne, représentant un cornet complet, au lieu de n'en former que la moitié ; ce cornet est libre ou soudé latéralement. On en connaît une espèce de l'étage falunien. Les espèces vivantes sont au maximum.

§ 646. G. *Infundibulum*, Montfort, 1810. Coquille représentant un cône dans son ensemble, et différant des deux genres précédents par la cloison interne, en spirale, qui laisse, dans le moule fossile, une véritable spire. Les espèces vivantes, à leur maximum, ont les habitudes des Calyptrées. On en connaît 23 espèces fossiles : les premières de l'étage sénonien.

§ 647. G. *Crepidula*, Lamarck, 1801. Coquille déprimée, ovale, convexe en dessus, concave en dessous, ayant le sommet incliné sur le bord. La région inférieure est en partie fermée par une lame horizontale. Ces coquilles, libres dans le jeune âge, et alors spirales, se fixent plus tard sur les différents corps sur lesquels elles se moulent, ce qui les rend très-variables de forme et en a fait, outre mesure, multiplier les espèces (Voy. Mollusq. de l'Amér. mérid., p. 466). On en connaît 13 espèces fossiles, des étages parisien, falunien et subapennin. Les espèces vivantes sont au maximum.

3e Ordre. SCUTIBRANCHES (*Scutibranchiata*).

§ 648. Habitudes marines ; point d'opercules. Coquille spirale ou conique, toujours symétrique. Type, la *patelle* (1).

§ 649. 1re famille : Fissurellidæ. Coquille symétrique, clypéiforme, aplatie ou conique, percée au sommet ou plus ou moins échancrée en avant. Tous les genres sont essentiellement côtiers, et vivent sur les rochers, au niveau ou peu au-dessous du balancement des marées.

§ 650. G. *Fissurella*, Bruguière, 1791. Coquille conique, à sommet non courbé, latéral, percé d'une ouverture ovale plus ou moins grande. Les

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 7 ; pour le nom, la synonymie et la répartition de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* ; pour les descriptions et les figures des terrains crétacés, notre *Paléontologie française*.

espèces vivantes à leur maximum sont de toutes les régions. On en connaît 26 espèces fossiles : les premières de l'étage carbonifèrien.

§ 651. G. *Rimula*, Defrance, 1827. Coquille conique, à sommet courbé, latéral, entier ; percée, entre ce sommet et le bord, d'une entaille allongée, d'autant plus rapprochée du bord que la coquille est plus âgée. On en connaît 4 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien. Les espèces vivantes sont à leur maximum.

§ 652. G. *Emarginula*, Lamarck, 1801. Ces coquilles coniques, à sommet excentrique, courbé, latéral, comme les *Rimula*, s'en distinguent par leur entaille en fente, placée en avant sur le bord même. Elles sont vivantes à leur maximum, des régions chaudes et tempérées. Nous en connaissons 34 espèces fossiles : les premières de l'étage saliférien.

§ 653. G. *Bellerophon*, Montfort, 1808. Coquille spirale, enroulée sur elle-même, les tours embrassants ou non, plus ou moins à découvert dans l'ombilic, pourvus sur le bord, au milieu antérieur, d'une ouverture semi-lunaire, d'une entaille profonde, qui s'oblitère à mesure que la coquille s'accroît et qui laisse une bande distincte. Souvent le dernier tour s'évase fortement. On connaît, de ce genre perdu, 42 espèces : les premières de l'étage silurien ; les dernières et le maximum à l'étage carbonifèrien.

§ 654. G. *Cyrtolites*, Conrad, 1839. Ce sont pour nous des Bellérophons à tours embrassants, découverts ou disjoints, sans entaille ni bande distincte sur le dos, mais pourvus seulement d'un léger sinus. De ce genre perdu on connaît 13 espèces : les premières et le maximum à l'étage silurien, les dernières à l'étage carbonifèrien.

§ 655. G. *Helcion*, Montfort, 1810 (*Acmæa*, Eschscholtz, 1833 ; *Patelloidea*, Quoy, 1834 : *Lottia*, Gray, 1835 ; *Carinaropsis*, Hall., 1847). Ce genre, déjà inscrit dans la science sous cinq noms différents, a la forme en bouclier conique des Patelles, dont il se distingue complétement par l'animal et le mode de respiration, tandis que la coquille ne peut se distinguer que par son ensemble mince, presque lisse, et par le manque de grosses côtes rayonnantes. Les espèces vivantes à leur maximum sont de toutes les régions. Elles s'attachent aux rochers, aux feuilles et aux racines des plantes marines. Nous y rapportons presque toutes les prétendues Patelles fossiles. On en connaît 90 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien, les autres de tous les étages suivants (*fig.* 194).

Fig. 194. Helcion lineata.

§ 656. G. *Metoptoma*, Phillips, 1836. Ce sont des *Helcion*, dont l'extrémité antérieure est tronquée ou

sinueuse. Ce genre perdu renferme 7 espèces fossiles : les premières de l'étage dévonien, les dernières et le maximum de l'étage carboniférien.

§ 657. 2e famille : PATELLIDÆ, qui ne comprend que le G. *Patella*, Linné Caractérisée par sa coquille scutiforme, conique, déprimée, qui diffère des *Helcion* par les côtes de la partie extérieure, saillantes en feston, au pourtour. Les Patelles, aujourd'hui à leur maximum, vivent sur les rochers de toutes les régions, au niveau du balancement des marées. Nous n'en connaissons que deux espèces fossiles de l'étage falunien.

§ 658. 3e famille : CHITONIDÆ. Coquille formée de huit pièces séparées, paires, transverses, implantées dans une partie charnue ovale et scutiforme. Nous y classons le G. *Chiton*, Linné, 1758, dont les pièces sont grandes, coudées au milieu et oblongues, excepté la première et la dernière, qui sont arrondies. Les *Chiton* ont le genre de vie des Patelles, et sont aujourd'hui à leur maximum. On en connaît 9 espèces fossiles : les premières de l'étage carboniférien.

§ 659. G. *Chitonella*, Lamarck. Ce sont des chitons dont les pièces sont, en grande partie, cachées dans les chairs. On en connaît une espèce fossile de l'étage carboniférien. Les espèces vivantes sont à leur maximum.

§ 660. 4e famille : DENTALIDÆ. Coquille allongée en forme de corne arquée, percée à ses deux extrémités. Les espèces vivantes sont des fonds sablonneux, au-dessous du balancement des marées.

§ 661. G. *Dentalium*, Linné, 1758. Coquille allongée, arquée, ayant la forme d'une petite corne, atténuée à son extrémité inférieure et percée d'une ouverture, tandis que l'autre extrémité, croissant régulièrement, est ouverte et sans rétrécissement. On en connaît 72 espèces fossiles : les premières de l'étage dévonien. Aujourd'hui les espèces vivantes sont à leur maximum.

4e Ordre. GASTÉROPODES TECTIBRANCHES.

§ 662. Coquille très-mince, fragile, non symétrique, oblique ou spirale, souvent enroulée sur elle-même. Habitudes marines, vie côtière toujours sur les fonds tranquilles, vaseux ou sablonneux (1). Type, la bulle (*Bulla*).

§ 663. G. *Umbrella*, Lamarck, 1819. Coquille presque circulaire, clypéiforme, très-déprimée. On en connaît une espèce fossile de l'étage suessonien.

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 7 ; pour les noms, la synonymie et la répartition de ces espèces, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

§ 664. 4e famille : Bullidæ. Coquille spirale, interne ou externe, oblique ou enroulée sur elle-même.

§ 665. G. *Lobaria*, Muller, 1741 (*Philine*, Ascanius, 1762; *Bullæa*, Lam., 1801). Coquille renfermée dans le manteau. Sa forme, voisine des bulles, s'en distingue par sa très-large ouverture, évasée en avant, rétrécie en arrière, par sa forme déprimée, par sa spire rudimentaire. Un estomac pourvu de trois pièces testacées. On en connaît une seule espèce fossile, de l'étage parisien. Aujourd'hui ces coquilles vivent sur nos côtes.

§ 666. G. *Scaphander*, Montfort, 1810. Ce sont des coquilles intermédiaires entre les *Lobaria* et les *Bulla*; elles ont, en effet, l'estomac pierreux des premiers, et la coquille externe des derniers, dont elles se distinguent encore par leur forme en cornet ouvert, par leur ouverture triangulaire, très-élargie en avant, et rétrécie en arrière. On en connaît 8 espèces fossiles de tous les étages tertiaires. Elles sont aujourd'hui à leur maximum dans les mers actuelles.

§ 667. G. *Bulla*, Linné, 1758. Animal sans estomac pierreux. Coquille oblongue, ovale ou cylindrique, presque égale à ses extrémités, dont une seule est ombiliquée; ouverture occupant toute la longueur, presque égale, oblongue ou allongée, peu élargie en avant. On en connaît 74 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien. Les espèces aujourd'hui à leur maximum sont de toutes les mers (*fig.* 195).

Fig. 195.
Bulla suprajurensis.

§ 668. G. *Bellerophina*, d'Orb., 1843. Coquille globuleuse, sphérique, plus haute que large, ombiliquée à ses deux extrémités; ouverture en croissant. On ne connaît, de ce genre perdu, qu'une espèce de l'étage albien.

6e Ordre. NUCLÉOBRANCHES (*Heteropoda*, Lam.).

§ 669. Coquille mince, fragile comme du verre, spirale, symétrique ou non, généralement comprimée. Nous y plaçons deux familles, les *Firolidæ* et les *Atlantidæ*, dont nous connaissons encore peu de représentants fossiles. Tous vivent aujourd'hui au milieu des océans, et s'y laissent transporter par les courants.

§ 670. 1re famille : Firolidæ, dont la coquille, lorsqu'elle existe, est très-petite par rapport à l'animal, et ne protége que le cœur et les branchies. Nous y réunissons les genres *Sagitta*, *Anops*, *Firola*, *Cerophora*, *Cardiopus* et *Carinaria*, dont le dernier seul a des représentants à l'état fossile.

§ 671. G. *Carinaria*, Lamarck. Coquille spirale héliciforme, et enrou-

lee latéralement, dans le jeune âge, puis conique et formant un bonnet régulier, dont le sommet est latéral; l'ouverture oblongue est entière. On en connaît une seule espèce fossile dans l'étage falunien. Aujourd'hui les espèces sont à leur maximum (*fig.* 196).

3e Ordre. PTÉROPODES, Cuvier.

§ 672. Coquille mince, fragile, presque toujours symétrique, rarement spirale. Nous y réunissons trois familles, les *Limacinidæ*, les *Hyalidæ* et les *Pneumodermidæ*, qui renferment des animaux des hautes mers, chaudes et tempérées, que les courants transportent (1).

Fig. 196. Carinaria Hugardi.

§ 673. 2e famille : HYALIDÆ. Coquille symétrique non spirale, conique, pyriforme ou globuleuse. Nous y plaçons les genres *Hyalæa*, *Vaginella*, *Creseis*, *Cuvieria* et *Conularia*, dont quelques-uns se rencontrent à l'état fossile.

§ 674. G. *Hyalæa*, Lamarck, 1801. Coquille globuleuse, bombée d'un côté, plane de l'autre, pourvue d'une ouverture fortement rétrécie et bordée; une fente latérale de chaque côté, séparée de l'ouverture. On en connaît 5 espèces fossiles de l'étage falunien et subapennin. Aujourd'hui les espèces vivantes sont à leur maximum (*fig.* 197).

Fig. 197. Hyalæa Orbignyana, Rang.

§ 675. G. *Vaginella*, Daudin, 1800; *Cleodora*, Péron, 1810. Coquille allongée, déprimée, à côtés inégaux, l'un plus bombé que l'autre, sans bourrelet à l'ouverture, et sans fente latérale séparée de l'ouverture, celle-ci étant réduite à un simple sinus. On en connaît 3 espèces fossiles : une de l'étage silurien, les autres des étages tertiaires supérieurs. Les espèces vivantes sont nombreuses.

§ 676. G. *Cuvieria*, Rang, 1825. Ce sont des *Vaginella* plus cylindriques, à ouverture triangulaire, dont l'extrémité conique se tronque avec l'âge. On en connaît une espèce fossile de l'étage subapennin. Les espèces vivantes sont aujourd'hui des hautes mers.

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau no 7; pour le nom, la synonymie et la répartition de ces espèces, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

§ 677. G. *Conularia*, Sowerby, 1820. Coquille droite, conique, régulière, quadrangulaire à côtés égaux, marqués d'une rainure sur chaque angle. Les 13 espèces, toutes fossiles, sont des couches anciennes : les premières et le maximum à l'étage silurien, les dernières à l'étage toarcien (*fig.* 198).

Fig. 198. Conularia ornata.

Résumé géologique sur les Gastéropodes.

§ 678. **Comparaison générale.** Au premier aperçu on reconnaît, sur notre tableau n° 7 de la répartition des genres à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, que les Gastéropodes se sont montrés assez nombreux dès le commencement du monde animé, et qu'ils ont toujours été en progression croissante jusqu'à l'époque actuelle ; car les formes qui restent en arrière, dans cette marche croissante, sont loin d'être aussi nombreuses que celles qui persistent. C'est peut-être de tous nos tableaux celui qui montre, en effet, le plus de régularité dans la multiplicité des formes, comparées à leur instant d'apparition sur la terre.

§ 679. **Comparaison des ordres entre eux.** Arrêtons-nous un instant, avant de pousser plus loin ces considérations, pour nous assurer si les ordres, dans leurs apparitions successives, ont été en rapport avec leur degré de perfection comparatif.

Les *Pectinibranches*, qui renferment le *Buccin*, ont déjà paru en nombre avec l'étage silurien, le premier du monde animé, et ils se sont augmentés d'une manière progressive jusqu'à l'époque actuelle. Ils montrent en effet 19 genres dans les terrains paléozoïques, 17 dans les terrains triasiques, 31 dans les terrains jurassiques, 52 dans les terrains crétacés, et 80 dans les terrains tertiaires, tandis que le chiffre est encore bien plus élevé dans l'époque actuelle. Ainsi cette série animale aurait toujours été et est encore en voie croissante de multiplication de formes, par suite des créations successives à tous les âges du monde.

Les *Scutibranches*, qui renferment la *Patelle*, n'offrent pas tout à fait la même marche. On compte 3 genres avec l'étage silurien, le premier du monde animé ; *sept* dans les terrains paléozoïques ; 3 dans les terrains triasiques ; 4 dans les terrains jurassiques ; 4 dans les terrains crétacés, et dans les terrains tertiaires : mais il est à remarquer que ces

genres se renouvellent bien plus chez les Pectinibranches, puisque la moitié reste en arrière et que le nombre des genres encore vivants est seulement un peu plus élevé que celui des terrains paléozoïques. On pourrait dire que cet ordre est, en quelque sorte, dans un état stationnaire de développement, mais non dans une voie réelle d'augmentation.

Les *Ptéropodes*, qui renferment l'*Hyale*, toujours en petit nombre, ont *deux* genres dans les terrains paléozoïques, qui commencent avec l'étage silurien, et *trois* dans les terrains tertiaires. Comme on connaît un assez grand nombre de genres vivants, on peut dire qu'ils sont aujourd'hui en voie croissante de développement générique.

Les *Tectibranches*, qui renferment la *Bulle*, commencent par *un* genre dans les terrains jurassiques, *un* dans les terrains crétacés, *quatre* dans les terrains tertiaires. Comparé aux genres vivants, ce nombre montre encore les Tectibranches dans une voie croissante de développement de formes.

Les *Pulmnoibranches*, qui contiennent le *Limaçon*, manquent complétement dans les terrains paléozoïques, triasiques, jurassiques et crétacés ; ils commencent donc seulement dans les terrains tertiaires et vont croissant en nombre jusqu'à l'époque actuelle où ils sont à leur maximum ; ainsi ils seraient en pleine voie croissante.

Pour les *Nucléobranches*, comme on n'en connaît qu'un genre fossile des derniers étages tertiaires, ils sont dans le même cas que les Pulmonibranches.

La comparaison de ces différentes séries animales, par rapport à leur progression de formes, les montrerait toutes, à l'exception des Scutibranches (presque stationnaires), dans une voie croissante de progression générique. Considérées suivant leur époque d'apparition comparée à leur rang de perfection, les Gastéropodes nous montrent : trois séries, les Pectinibranches, les Scutibranches et les Pteropodes, au premier étage de l'animalisation, bien que la première série soit infiniment plus parfaite que la dernière dans ses organes et dans son genre de vie. D'un autre côté, moins parfaits que les Pectinibranches, les Tectibranches paraissent onze étages plus tard, et les Nucléobranches, vingt-cinq étages après. On aurait par ces faits, une preuve que les Gastéropodes n'ont pas suivi, pour ces séries, une progression régulière de perfectionnement ; cependant quand nous voyons les Pulmonés, les seuls animaux terrestres de cette classe, se montrer les derniers, c'est-à-dire 24 étages plus tard que les animaux marins, on serait tenté d'en conclure, malgré les exceptions, que la loi du perfectionnement successif, suivant l'époque chronologique d'apparition des Gastéropodes, peut être encore appuyée par les faits qui précèdent.

§ 680. **Déductions zoologiques générales.** Maintenant, si nous pre-

nons l'ensemble des genres, sans avoir égard à l'ordre auquel ils appartiennent, nous trouverons, comme nous l'avons dit, une marche croissante très-régulière. Nous voyons, en effet, avec la première animalisation du globe, 12 genres dans l'étage silurien, et 29 avec les terrains paléozoïques ; 12 dans les terrains triasiques, 38 dans les terrains jurassiques, 57 dans les terrains crétacés, 105 dans les terrains tertiaires. Le chiffre étant encore bien plus élevé dans l'époque actuelle, où les genres sont au maximum de leur développement, on doit en conclure que, pris dans leur ensemble, les Gastéropodes ont toujours multiplié progressivement leurs formes, depuis le premier âge du monde animé jusqu'à nos jours.

§ 681. **Déductions physiologiques.** Parmi les genres que nous trouvons à l'état fossile, nous en voyons quatre, les *Turbo*, les *Stomatia*, parmi les Pectinibranches, les *Helcion*, parmi les Scutibranches, et le *Vaginella* parmi les Ptéropodes, c'est-à-dire trois types d'organisation différente, qui ont traversé tous les âges du monde géologique, depuis la première animalisation jusqu'à l'époque actuelle. Ce fait que nous n'avons pas eu à signaler dans les autres séries animales, est d'une grande importance. Lorsqu'en effet, nous étudions comparativement ces genres fossiles avec leurs analogues vivants, nous ne trouvons aucune différence appréciable ; on doit donc croire que leur organisation interne était la même. S'il en est ainsi, comme tout porte à le penser, il faut en conclure que les conditions d'existence n'ont pas changé depuis les époques géologiques les plus anciennes jusqu'à nos jours, au moins pour les animaux marins, qui respirent dans l'eau salée, au moyen de branchies.

§ 682. **Déductions climatologiques comparées** (§ 238). Il est peu de séries animales qui offrent plus de faits que celle-ci, pour prouver que la température, même des deux derniers étages géologiques qui nous ont précédés sur la terre, était, en Europe, identique à la température des régions tropicales. Il nous suffira pour le prouver de citer les genres : *Oniscia*, *Dolium*, *Columbella*, *Turbinella*, *Harpa*, *Oliva*, *Ancyllaria*, etc., etc., qu'on trouve en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie, tandis qu'ils sont exclusivement des régions les plus chaudes des mers actuelles. Les *Déductions géographiques* sont encore ici les mêmes que pour les Mammifères (§ 239).

§ 683. **Déductions géologiques tirées des genres** (§ 240). Les caractères stratigraphiques négatifs sont très-marqués, puisque sur les 138 genres fossiles dépendant des Gastéropodes, 134 n'occupent pas tous les étages et qu'ils sont, au contraire, limités dans leurs étages, de manière à donner des caractères négatifs pour tous ceux où ils ne se trouvent pas.

Les *caractères stratigraphiques positifs* (§ 241) sont aussi très-saillants.

Les 134 genres limités dans les étages sont, en effet, autant de caractères positifs propres à les faire reconnaître sous toutes les formes minéralogiques. Ces caractères sont d'autant plus certains, que, sur ce nombre, 32 genres sont perdus pour l'époque actuelle. La persistance des caractères positifs (§ 242) est encore plus tranchée pour les Gastéropodes que pour les autres séries. Un seul coup d'œil sur notre tableau n° 7 le prouvera tout de suite, surtout pour les genres *Pleurotomaria*, *Natica*, *Trochus*, *Cerithium*, *Fusus*, *Turritella*, *Mitra*, *Triton*, etc., etc.

Les déductions géologiques tirées des espèces (§ 243) nous prouvent, à très-peu d'exceptions près, que les 6,213 espèces de Gastéropodes que nous avons discutées dans notre *Prodrome de Paléontologie* sont caractéristiques. Chacune en particulier n'occupe, en effet, qu'un seul étage qu'elle peut parfaitement caractériser.

IIIe Classe. LAMELLIBRANCHES, ou ACÉPHALES.

(*Conchyfères*, Lam. *Acéphalophores*, Blainv.)

§ 684. Les Lamellibranches, dont dépend l'*huître*, sont beaucoup moins parfaits dans leur organisation que les Gastéropodes, puisqu'ils manquent de tête, et sont bien plus sédentaires que les autres Mollusques. Ils n'ont plus, en effet, cette légèreté, cette activité des Céphalopodes; ils ne rampent même plus sur les rochers, comme les Gastéropodes. Doués quelquefois de la locomotion, ils ne l'exercent que d'une manière incomplète. Ils se cachent dans le sable ou dans la vase, se déplacent en y traçant un léger sillon, s'y enfoncent plus profondément, ou creusent des cavités au sein des rochers calcaires; et dans ces deux derniers cas, ne changent pas de place. Ils se fixent encore au rocher par un byssus, ou bien y adhèrent d'une manière plus intime par leur coquille même, dont la matière calcaire s'unit au sol et résiste ainsi à la vague.

Les Lamellibranches, disons-nous, manquent de tête, et dès lors sont dépourvus des organes de la vision, de l'audition et de la préhension. Ils ont une bouche sans dents, munie de lèvres charnues, tentaculaires (*a*, *fig.* 199), placées à la partie inférieure, au milieu d'un énorme manteau (*b*), qui enveloppe l'animal, se divise, le plus souvent, en deux grandes lames paires, susceptibles de s'ouvrir et de se fermer, et qui est presque toujours extérieurement pourvu d'une coquille calcaire *bivalve*, en faisant intimement partie et protégeant l'ensemble. En dedans de ce manteau sont les viscères; les branchies (*d*), formées, de chaque côté, de deux feuillets minces, régulièrement striés en long et en travers. Quelquefois en avant sont deux tubes distincts (*e*, *f*) dont l'un *e* est le *tube branchial*.

La bouche est à une extrémité, le tube anal *f* à l'autre. Entre ces deux parties, mais plus près de la bouche, existe chez beaucoup de

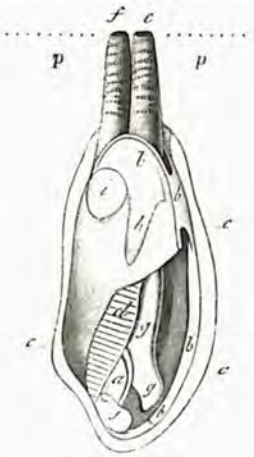


Fig. 199.

Fig. 200.

Fig. 201.

Fig. 202.

genres un pied unique (*g*, *fig.* 199): masse charnue, cylindrique ou comprimée, dont le mécanisme de contraction permet à ces êtres le seul mouvement dont ils sont susceptibles. Indépendamment des muscles propres au manteau, laissant des empreintes palléales sur la partie an-

térieure de la coquille (*h*, *fig.* 199, 200), on voit d'une valve à l'autre, un, deux ou plusieurs muscles transverses, qui servent à les fermer; tandis que le seul effet du relâchement de ces *muscles d'attache* (*i j*, *fig.* 199-200) laisse la coquille ouverte, un *ligament* corné, élastique (*k*, *fig.* 201), placé au point d'union des deux valves, les forçant toujours à s'ouvrir. C'est la force contraire des muscles d'attache et du ligament qui, à la volonté de l'animal, ouvre et ferme la coquille.

La coquille des Lamellibranches est ordinairement formée de deux pièces (*l' m*, *fig.* 201); quelquefois néanmoins, elle en a plusieurs autres diversement placées sur la charnière. Cette coquille est fixée aux rochers; alors elle est irrégulière, montrant toujours son point d'attache, ou bien libre et le plus souvent symétrique. Lorsque les deux pièces, ou valves, sont égales, on les dit *équivalves* (*fig.* 201); lorsqu'elles sont inégales (*fig.* 229, 230), on les dit *inéquivalves*; lorsqu'une ligne tracée à partir du crochet (*n*) au bord (*o*, *fig.* 202) peut séparer la valve en deux parties égales, elle est *équilatérale*; dans le cas où les deux côtés sont alors inégaux, elle est, au contraire, *inéquilatérale*, comme dans cette figure 202.

§ 685. Chacun, jusqu'à présent, a représenté les coquilles de Lamellibranches, suivant une position arbitraire, qualifiée, quelquefois, de position *anatomique*. Tous ceux qui ont étudié les coquilles, dans leur position naturelle, ont reconnu, qu'un *Solen*, une *Pholas*, une *Petricola* ont toujours les tubes en haut, saillants à la surface du sable ou de la roche (*fig.* 199, ligne *p*, *p*) qui les renferme, afin de pouvoir respirer. La position anatomique, admise par quelques auteurs, renverse précisément tous les organes, de manière à placer en bas ce qui, dans la station normale, est en haut, absolument comme un homme qu'on mettrait les pieds en l'air. Si, sans tenir compte de l'état normal, on suivait ainsi, dans la position des êtres, une marche purement systématique, on arriverait aux conséquences les plus disparates. Faudrait-il donc, en effet, parce que, dans la station habituelle, l'homme a la colonne vertébrale suivant une ligne verticale, et parce qu'il porte la tête à l'extrémité supérieure de cette ligne, faudrait-il, disons-nous, figurer les autres mammifères dans une position analogue? Non; et personne n'a encore songé à changer pour eux la station normale, pas plus qu'on n'a cherché à retourner un échinide, en lui mettant la bouche en haut, position contraire à la nature. Nous croyons donc qu'il faut toujours donner aux êtres, en toute circonstance, dans les figures qui les représentent, une position analogue à celle qu'ils ont l'habitude de prendre dans les diverses phases de leur existence.

Comme nous l'avons fait remarquer aux Gastéropodes (§ 509), la conchyliologie ayant été pour ainsi dire regardée, pendant longtemps,

comme une branche séparée de la science qui traite des animaux mollusques, les auteurs, parmi lesquels nous pourrions citer des noms très-connus, avaient cru pouvoir se dispenser même de voir la mer, avant d'écrire sur les animaux qui y vivent exclusivement, et borner leurs études à des *recherches de cabinet*. C'est ainsi qu'ils avaient cru devoir fixer arbitrairement la position d'une coquille sans consulter la nature, pour s'assurer si ce qu'ils établissaient concordait avec elle. Nous croyons donc que la position toute de convention donnée par les auteurs provenait de leur manque d'observation sur les êtres vivants; car personne, même les anatomistes les plus distingués, dans leurs planches anatomiques, n'eût voulu changer la station normale des mammifères connue de tout le monde, pour les placer dans une position uniforme.

§ 686. Si, dans beaucoup de cas, la manière de représenter les êtres pouvait être indifférente, il n'en est pas ainsi pour les Mollusques lamellibranches. La Géologie et la Paléontologie ont, en effet, le plus grand besoin de connaître parfaitement leur position normale, afin de savoir si leurs nombreux restes, qu'on rencontre dans les couches terrestres, sont encore dans cette même position, ce qui arrive fréquemment, et indique que ces êtres sont sur le point où ils ont vécu (§ 100 à 102). C'est donc dans un but d'application que nous avons choisi cette position dans toutes nos figures et que nous donnons les explications suivantes.

Nous avons fait remarquer qu'il existait une grande disparité entre la station normale de l'homme et celle des quadrupèdes ordinaires (§ 673). On en trouve encore un exemple dans la station normale des poissons formés de parties paires, comme la carpe, comparés aux poissons non symétriques, comme la sole (§ 330); puisque les premiers prennent, dans la station normale, une position verticale, dans le sens de leur compression, tandis que les autres sont, relativement aux premiers, couchés sur le côté. Nous insisterons sur cette comparaison, attendu que chez les Lamellibranches bivalves il en est absolument de même, lorsqu'ils sont symétriques ou non symétriques.

§ 687. **Coquilles symétriques.** Chaque fois qu'une coquille bivalve est tout à fait symétrique dans ses parties (*fig.* 201), qu'elle est équivalve, on peut dire, *à priori*, que sa position normale est verticale ou presque verticale, dans le sens de la longueur. Les genres *Solen*, *Mya*, *Lutraria*, *Petricola*, *Panopæa*, etc., dont la forme est la plus allongée, en sont des exemples. Ordinairement très-enfoncés, soit dans le sable, soit dans la vase, où leurs tubes exécutent sans cesse un mouvement de va-et-vient pour arriver à la surface, leur position est tout à fait perpendiculaire.

Lorsque la coquille, également allongée, se creuse un trou dans la pierre, ainsi qu'on le voit pour les genres *Pholas*, *Lithodomus*, *Petricola*,

Clavagella, etc., la coquille est encore perpendiculaire, les tubes en haut, la bouche en bas (*fig.* 199, 201, 202).

Lorsqu'une coquille libre, symétrique, est plus ou moins ovale ou arrondie, comme celle des genres *Venus*, *Cardium*, *Tellina*, *Nucula*, *Pectunculus*, *Arca*, *Unio*, *Anodonta*, *Mactra*, *Donax*, *Cyclas*, elle est encore verticale, les tubes en haut et la bouche en bas, mais quelquefois elle s'incline un peu de côté.

Pourvues d'un byssus qui les fixe au rocher, les coquilles symétriques, ont des positions peu différentes : chez les *Arca*, les *Cardita* elles se fixent de manière à conserver la même attitude que les *Petricola* à l'état libre ; chez les *Mytilus*, les *Pinna*, la position varie, le crochet de la coquille étant alors placé en bas, au lieu de se trouver sur le côté, et la partie bâillante des valves en haut. Dans ce cas, néanmoins, l'animal est dans la même position relative, en ce que la bouche est toujours en bas et l'anus en haut.

§ 688. **Coquilles non symétriques.** Si, *à priori*, une coquille bivalve, symétrique dans ses parties, annonce une station normale verticale, dans le sens du grand diamètre, on est également certain que toutes les coquilles bivalves non symétriques ont, parmi les Mollusques, une position naturelle tout à fait distincte et analogue à celle des soles ou mieux des pleuronectes par rapport à la carpe ou aux autres poissons ; c'est-à-dire que *l'animal*, ou la coquille, au lieu de présenter les parties paires, ou la ligne de séparation de ses deux lobes du manteau, et des valves, suivant une verticale, les montre dans une direction horizontale ; ainsi, dans la station normale, les coquilles non symétriques sont, relativement aux autres, comme si elles étaient couchées sur le côté. Il n'y a plus, chez elles, de *valve droite* et de *valve gauche* (1) (*fig.* 201), comme on peut le dire de tous les genres de coquilles symétriques, mais il y aura toujours alors une *valve supérieure* et une *valve inférieure* (*fig.* 229, 230).

A l'exception de la *Corbula*, anomale parmi les coquilles libres, vu son irrégularité (quoique sa station normale soit verticale), toutes les autres bivalves non symétriques sont fixes, soit au moyen d'un byssus, soit par la coquille elle-même.

Lorsqu'elles sont fixées par un byssus, elles sont beaucoup moins irrégulières ; et il faut, quelquefois, un examen scrupuleux pour découvrir les différences d'une valve à l'autre.

Lorsqu'au contraire, la coquille est fixée au sol, ou aux corps sous-marins, par la matière calcaire de la coquille elle-même, non-seulement

(1) La valve droite de l'état normal devient la valve gauche dans la position adoptée par M. Deshayes.

les deux valves supérieures et inférieures sont très-inégales, mais encore ces coquilles, contraintes à se conformer, pour leur accroissement, à l'espace qui leur est échu, on les voit, soit en se moulant sur les corps où elles sont parasites, soit en se modifiant suivant les conditions d'existence où elles se trouvent, changer tellement de forme et d'aspect, chez les divers individus d'une même espèce, qu'il faut oublier tout à fait les limites ordinaires de variation et leur faire une part beaucoup plus large, quant aux caractères spécifiques, comme il arrive pour les genres *Chama*, *Spondylus*, *Plicatula*, et surtout *Ostrea*.

§ 689. En résumé, la station normale des coquilles de mollusques acéphales est verticale, les tubes en haut, la bouche en bas, chez toutes les bivalves symétriques ; tandis qu'elle est horizontale, la bouche d'un côté et l'anus de l'autre, chez toutes les coquilles non symétriques. Dans le premier cas, il y aura une *valve droite* et une *valve gauche*, dans l'autre une *valve supérieure* et une *valve inférieure*.

§ 690. Il nous reste à dire un mot sur les noms appliqués aux diverses parties d'une coquille bivalve, afin d'en rendre la description intelligible. La distinction de valve *droite* et de valve *gauche*, de valve *supérieure* et de valve *inférieure*, d'après la position normale d'une coquille, une fois adoptée, nous appellerons *longueur* la ligne comprise entre le côté buccal (*q*) et le côté anal (*r*, *fig.* 200, 201, 202); *largeur* la ligne comprise entre les crochets (*n*) et le bord palléal (*o*, *fig.* 202) ; *épaisseur* la ligne traversant les deux valves (*s t*, *fig.* 201), désignant toujours comme *extrémité*, *région* ou côté *anal* la région où l'anus vient aboutir (*r*) ; et *côté*, *région* ou *extrémité buccale* la région où, en effet, la bouche est située (*q*). Que la coquille soit donc verticale ou horizontale, ces parties conserveront toujours leurs mêmes dénominations, qui remplaceront à l'avenir, les mots d'*antérieurs*, de *supérieurs*, de *postérieurs* et d'*inférieurs*, adoptés, jusqu'à présent, dans un sens arbitraire. Il est bien entendu que la position verticale ou horizontale des espèces n'y viendra rien changer, le côté du byssus indiquant toujours le côté buccal chez les coquilles irrégulières.

Une coquille bivalve a reçu, pour ses parties externes et internes, des noms connus dans les méthodes et qu'il convient de conserver. On distingue pour ses parties externes : Le *crochet*, qui est le commencement de la valve (*n*, *fig.* 201, 202). Lorsqu'il forme saillie arrondie, comme chez les Vénus, il a été désigné sous le nom de *nates*, d'*umbo*. En arrière du crochet existe, souvent, une partie déprimée circonscrite, distincte du reste (*u*, *fig.* 200, 201, 202) : c'est l'*anus* pour Linné, la *lunule* pour Bruguière et Lamarck. En avant du crochet est une dépression allongée, ordinairement recouverte par le ligament corné (*k*, *fig.* 200, 201), auquel est dû le ressort des valves : c'est la *vulva* pour Linné, l'*écus-*

son, la *suture* pour Bruguière. L'ensemble de la dépression s'appelle aussi *corselet* (*pubes*) ; le pourtour des valves opposé au crochet peut se désigner sous la dénomination de *labre* (*o*).

Les parties internes sont plus compliquées. On y remarque d'abord, les impressions musculaires ; quelquefois il n'y en a qu'une, comme dans les *Pecten*, mais les coquilles symétriques en ont généralement deux ou quatre : l'une simple ou divisée près des tubes (*i*), que nous appellerons *impression musculaire anale ;* l'autre placée près de la bouche (*j*), que nous désignerons sous la dénomination d'*impression musculaire buccale*. On voit encore, dans l'intérieur de la valve, une impression, variable de forme, le plus souvent linéaire, appelée impression *palléale* (*v*, *fig.* 200). Lorsque l'impression palléale n'est pas entière au côté anal (*h*, *fig* 200), cette partie forme un profond sinus et revient ensuite vers l'impression musculaire anale ; cette partie où se contractent les tubes, se nommera *sinus anal :* la forme en est diverse. Les deux valves sont unies entre elles par les muscles abducteurs internes, mais elles ont de plus une espèce d'engrenage de dents et de cavités qu'on appelle *charnière* (*cardo*). Les saillies sont appelées *dents* (*dentes*) (*x*, *fig.* 200) ; les cavités qui les reçoivent du côté opposé se nomment *fossettes* (*fossulæ*). Les dents cardinales sont ordinairement les plus grosses et se trouvent vis-à-vis du crochet (*x x*, *fig.* 200). On appelle dents *latérales*, les dents qui se trouvent séparées de celles-ci ; nous les désignons comme *anales*, lorsqu'elles sont situées sous le corselet ; comme *buccales*, lorsqu'elles sont du côté buccal.

§ 691. Prenant pour base le nombre mal observé des attaches musculaires, Lamarck a séparé en deux sous-classes tous les genres de Lamellibranches sous les noms de *Dimyaires* et de *Monomyaires*. Nos observations sur les genres de Dimyaires nous ont prouvé que beaucoup d'entre eux avaient plus de deux attaches musculaires, tandis que la plupart des genres de *Monomyaires* nous ont présenté deux muscles au lieu d'un. D'après nos recherches, on voit que ces divisions n'existent réellement pas, et qu'on ne peut les admettre dans les méthodes ; mais eussent-elles été vraies nous n'aurions pas cru devoir les conserver, par suite du peu de valeur zoologique de l'organe qui les a motivées, et qui, ne remplissant qu'un rôle purement mécanique, sert seulement à fermer les valves. Or a-t-on jamais songé à diviser les Mammifères d'après la présence ou l'absence d'un muscle ? Nous ne le pensons pas ; aussi cette seule réflexion pourra-t-elle démontrer le peu de progrès de la science, sous le rapport de la classification des Mollusques, et l'urgence de mettre au niveau des méthodes naturelles cette série animale, si importante sous le rapport de son application à la Géologie.

Nous adoptons pour base de nos grandes divisions parmi les Lamellibranches, d'abord l'état symétrique ou non symétrique des animaux et des coquilles, toujours en rapport avec l'état plus ou moins parfait de l'organisation et avec la station normale verticale ou latérale de tous les êtres de la classe ; et en second lieu, les impressions palléales. En conséquence, nous les diviserons en trois ordres.

1er Ordre. ORTHOCONQUES SINUPALLÉALES, d'Orb.

§ 692. *Coquille* symétrique, généralement équivalve, régulière; ayant une valve droite et une valve gauche, toujours pourvues de deux à quatre empreintes musculaires internes ; bâillante à ses extrémités ou fermée ; toujours munie, à la région anale, d'une impression palléale formant un sinus plus ou moins profond (1). Habitudes purement aquatiques. Type, la *Clovis* (*Venus*). Station normale verticale.

§ 693. 1re famille : CLAVAGELLIDÆ. Coquille ayant une valve libre ou faisant partie d'un grand tube testacé très-prolongé sur la région anale, élargi et tronqué en arrière. Nous y plaçons les genres *Aspergillum* et *Clavagella*, qui montrent leurs espèces vivantes dans les régions chaudes et tempérées.

§ 694. G. *Clavagella*, Lamarck, 1807. Une des deux valves est libre; l'autre est enchâssée, ou fait partie de la paroi externe d'un long tube calcaire, rétréci sur la région anale, élargi du côté buccal, où il est terminé par des ouvertures tubifères irrégulièrement disposées. Nous connaissons 13 espèces fossiles : les premières de l'étage cénomanien (*fig.* 203).

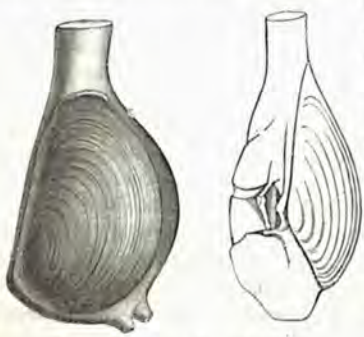


Fig. 203. Clavagella cretacea.

§ 695. G. *Aspergillum*, Lam., 1819. Les deux valves enchâssées dans la paroi externe du tube, dont l'extrémité buccale est terminée par des tubes placés en rosette. On en connaît une espèce fossile de l'étage falunien. Le maximum existe dans les mers des régions chaudes.

§ 696. 2e famille : PHOLADIDÆ. Coquille libre, adhérant

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces, nos tableaux nos 6 et 8; pour le nom, la synonymie et la répartition de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* ; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains crétacés, notre *Paléontologie française*.

à un tube testacé ou non, ayant ses valves égales, non retenues entre elles par un ligament, mais pourvues, soit à l'extrémité anale, soit sur les crochets, de pièces accessoires. Ces genres percent le bois ou les roches calcaires pour s'y loger, toujours au niveau des marées de toutes les régions.

§ 697. G. *Teredo*, Linné, 1758 (*Teredo*, *Septaria*, Lam.). Un long tube, à l'extrémité anale duquel sont deux ouvertures et des palettes testacées; son extrémité buccale renferme une coquille libre, sans pièces accessoires, fortement échancrée aux régions anale et buccale. Les espèces vivantes perforent le bois flottant ou les pieux enfoncés sur les côtes, au niveau des marées, au moyen d'un mouvement latéral tournant de la coquille qui use la paroi inférieure de son trou. On en connaît 12 espèces fossiles : les premières de l'étage toarcien. Le maximum est dans les mers actuelles.

§ 698. G. *Teredina*, Lam., 1819. Un long tube testacé, à l'extrémité anale duquel sont deux ouvertures distinctes. A l'autre extrémité en massue, sont extérieurement soudées deux valves analogues aux valves des *Teredo*, sur les crochets desquelles est une pièce extérieure libre. On en connaît une seule espèce fossile de l'étage suessonien.

§ 699. G. *Pholas*, Linné, 1758 (*Xilophaga*, Turton; *Jouanetia*, Desmoulins). Coquille formée de deux valves libres, bâillantes aux deux extrémités, pourvues soit en avant, soit sur les crochets, de pièces testacées accessoires. Les espèces vivantes percent le bois, ou se creusent un tube dans les pierres calcaires et s'y enfoncent, en usant la pierre avec leurs coquilles, à mesure qu'elles grandissent, mais ne peuvent changer de place. Elles vivent sur les côtes calcaires, au niveau du balancement des marées. On en connaît 23 espèces fossiles : les premières de l'étage toarcien. Le maximum est dans les mers actuelles.

§ 700. 3e famille : Myacidæ. Coquille pourvue d'un ligament et d'une charnière, de forme allongée ou oblongue, inéquilatérale, bâillante aux deux extrémités, pourvue d'un profond sinus palléal, ligament interne ou externe. Les espèces vivantes s'enfoncent dans la vase ou dans le sable, comme les pholades le font dans la pierre, et n'ont d'autre mouvement que celui de va-et-vient, déterminé par le pied ou les tubes. Elles ne peuvent changer de place.

Fig. 204. Pholadomya æquivalvis.

§ 701. G. *Pholadomya*, Sow. 1826 (*Lysianassa*, Münster, 1486; *Goniomya*, *Homomya*, *Arcomya*, Agassiz, 1842). Ce genre, voisin des *Panopæa*, s'en distingue par le manque de

dents à la charnière, par la coquille plus mince, par la région buccale plus renflée et plus courte (*fig.* 204).

§ 702. G. *Panopæa*, Ménard, 1807 (*Homomya* (pars), *Platymya*, *Myopsis*, *Pleuromya*, Agassiz, 1842). Coquille ovale ou oblongue; le bâillement buccal est latéral; le sinus palléal est profond, triangulaire; deux impressions musculaires obliques; charnière à une dent cardinale de chaque côté; une forte callosité nymphale pour le ligament extérieur. On en connaît 139 espèces fossiles : les premières de l'étage permien, le maximum à l'étage bajocien; elles sont aujourd'hui de toutes les régions, au niveau des marées, enfoncées dans le sable vaseux.

§ 703. G. *Solen*, Linné, 1758 (*Cultellus*, *Ensis*, Schumacher, 1817). Coquille allongée, subcylindrique, très-inéquilatérale, obtuse et très-bâillante aux deux extrémités. Sinus palléal très court; deux empreintes musculaires très-allongées; charnières le plus souvent à l'extrémité buccale, pourvue de dents divergentes; ligament extérieur longitudinal. On y a confondu à tort les *Solecurtidæ* (§ 704). Les espèces vivantes sont de toutes les régions, elles s'enfoncent perpendiculairement dans le sable de 30 à 66 centimètres, au niveau des marées. Nous en connaissons 10 espèces fossiles : les premières de l'étage albien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 704. G. *Mya*, Linné, 1758. Voisines de forme avec les *Panopæa*, les Myes s'en distinguent ainsi que des autres genres de la famille, par leurs charnières pourvues d'un ligament interne, s'insérant dans un cuilleron vertical de la valve droite, et dans un cuilleron interne placé sous le crochet de la valve opposée. Elles s'enfoncent dans la vase ou dans le sable vaseux des golfes tranquilles. Nous en connaissons cinq espèces fossiles : les premières de l'étage falunien, le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 705. G. *Lutraria*, Lam., 1802. Les Lutraires, comme nous les réduisons, ne renferment que des coquilles très-voisines des Myes, et ne s'en distinguent que par les deux cuillerons du ligament interne, parallèles aux deux valves au lieu d'être l'un vertical, l'autre interne. Le plus grand nombre des Lutraires de Lamarck sont pour nous des Lavignons (§ 713). Nous en connaissons quatre espèces fossiles de l'étage falunien. Le maximum existe dans les mers actuelles.

§ 706. G. *Glycimeris*, Lam., 1801. Ce sont des coquilles très-bâillantes à leurs extrémités, sans dents à la charnière. On en a cité une espèce dans l'étage falunien. Elles sont aujourd'hui des mers du Nord.

§ 707. 4e famille : Anatinidæ. Coquille très-mince, fragile, souvent nacrée, bâillante à son extrémité anale; sinus palléal profond; deux attaches musculaires; ligament interne logé ou non dans un cuilleron des valves et recevant un osselet accessoire. Charnière soutenue en dedans,

par une lame ou une côte oblique en avant ; les crochets presque toujours fendus en travers. Les genres vivent sur les fonds de sables vaseux, dans les golfes tranquilles, principalement des régions chaudes, au niveau des marées.

§ 708. G. *Lyonsia*, Turton, 1822 (*Magdala*, Brown, 1827; *Osteodesma*, Deshayes, 1830 ; *Gresslya*, Agassiz, 1842; *Allorisma*, King, 1844 ; *Modiolopsis*, *Tellinomya*, Hall, 1847). Coquille ovale, ou cunéiforme, mince, nacrée, bâillante sur la région anale ; sinus palléal triangulaire, peu marqué ; charnière sans dents ; ligament interne inséré sur une côte placée tantôt sur une valve, tantôt sur l'autre, et se prolongeant en avant. Cette côte laisse, sur le moule fossile, un sillon prononcé. Nous en connaissons 100 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien. Le maximum à l'étage carbonifèrien.

§ 709. G. *Ceromya*, Agassiz, 1841. Nous conservons, sous ce nom, les *Lyonsia* de forme globulaire, dont les crochets sont contournés comme ceux des *Isocardia* (§ 758), avec lesquels ils avaient été confondus. Toutes les espèces sont fossiles. Nous en connaissons 14 : les premières de l'étage bajocien; le maximum et les dernières à l'étage kimméridgien.

§ 710. G. *Thracia*, Leach, 1817 (*Corimya*, Agassiz, 1843). Voisines des *Lyonsia* par leur manque de cuilleron et de dent à la charnière, les *Thracia* s'en distinguent par leur forme plus ovale, par leur ligament externe et interne, supportant une pièce accessoire en demi-anneau, par des valves un peu inégales. Nous en connaissons 32 espèces fossiles : les premières de l'étage sinémurien ; le maximum à l'étage néocomien ; elles sont aujourd'hui des mers tempérées.

§ 711. G. *Anatina*, Lamarck, 1809 (*Auriscalpium*, Schum., 1817; *Cercomya*, *Arcomya* (pars), *Rhynchomya*, Agassiz, 1842). Coquille allongée, pourvue d'une région anale très-prolongée et bâillante ; un cuilleron à la charnière de chaque valve ; un sinus palléal arrondi ; une pièce calcaire interne transverse, à deux branches. De la base du cuilleron part, vers la région anale, une lame transverse ou oblique, qui laisse, sur les moules internes des coquilles fossiles, un sillon prononcé. Nous en connaissons 38 espèces fossiles : les premières de l'étage devonien, le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 205).

Fig. 205. Anatina spatulata.

§ 712. G. *Periploma*, Schumacher, 1817 (*Osteodesma*, Desh., 1830; *Cheidophorus*, Hall., 1847). Voisines des *Anatina*, par leur charnière, les *Periploma* s'en distinguent par leur forme ovale, moins bâillante et moins prolongée sur la région anale, par leurs valves plus inégales, par leur sinus anal triangulaire, et par l'osselet interne triangulaire. Nous en connaissons 14 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage néocomien ; elles sont aujourd'hui des mers tempérées.

§ 713. 5e famille : Saxicavidæ. Coquille libre ou fixée par un byssus, perforante ou logée dans un tube testacé ; ayant ses valves libres, égales, bâillantes sur la région palléale, retenues entre elles par un ligament externe. Les genres de cette famille vivent sur les côtes rocailleuses des régions chaudes et tempérées, au niveau et au-dessous du balancement des marées.

§ 714. G. *Gastrochæna*, Spingler, 1783 (*Fistulana*, Brug., 1791). Coquille cunéiforme, très-bâillante sur la région palléale. Cette ouverture est élargie sur la région buccale. Valves sans charnière, unies par un ligament linéaire. Perforante comme les Pholas (§ 687), cette coquille se forme, soit dans la pierre, soit dans les coraux, soit même dans le sable, un fourreau tubuleux calcaire, qui tapisse les parois du trou et se prolonge souvent en dehors. Nous en connaissons 21 espèces fossiles : les premières de l'étage bajocien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 715. G. *Saxicava*, Fleuriau, 1802 (*Hiatella*, Daudin, 1802 ; *Rhomboidea*, *Byssomya*, Blainv., 1825). Voisines des *Gastrochæna* par leur coquille bâillante, par leur manque de charnière et par leurs habitudes perforantes, les *Saxicava* s'en distinguent par le bâillement des valves moins grand, par les callosités du corselet, par leur byssus, par le manque de tube. Elles percent les pierres calcaires au moyen d'un acide particulier. Nous connaissons 14 espèces fossiles : les premières de l'étage albien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 716. 6e famille : *Solecurtidæ*. Coquille subéquilatérale, ovale ou allongée, bâillante aux deux extrémités ; sinus anal profond ; quatre impressions musculaires à chaque valve ; ligament externe ; charnière pourvue ou non de dents. L'animal, qui diffère du solen par la présence de ses deux tubes et par la forme de son pied, s'enfonce perpendiculairement dans le sable vaseux des golfes tranquilles de toutes les régions.

§ 717. G. *Solecurtus*, Blainville, 1825. (*Solen*, Lamarck ; *Siliquaria* Schum., 1817 : non Brug., 1789 ; *Navaculina*, Benson). Ce genre, que Lamarck ne distingue pas des Solens en diffère par son animal ; par sa coquille plus équilatérale, ovale ; par son profond sinus palléal, confondu sur la région anale avec l'empreinte palléale ; par trois attaches musculaires. Nous en connaissons 29 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 718. G. *Polia*, d'Orb., 1847. Nous plaçons, dans ce genre, le *Solen legumen*, voisin des *Leguminaria*. Une espèce fossile de l'étage subapennin.

§ 719. G. *Leguminaria*, Schumacher, 1817 (*Machœra*, Gould). Voisin des *Solecurtus*, par sa forme, ce genre s'en distingue par son pied allongé et tronqué, par son sinus anal court, par quatre impressions musculaires; par la présence d'une côte interne, élevée, oblique, ou transverse, qui part des crochets et s'étend, plus ou moins, vers le milieu de la coquille. Nous en connaissons 4 espèces fossiles : les premières de l'étage cénomanien ; le maximum existe dans les mers actuelles.

§ 720. G. *Solemya*, Lam., 1819. Coquille allongée, très-bâillante aux deux extrémités; point de charnière. On y a rapporté 3 espèces fossiles, dont les premières sont de l'étage carbonifèrien.

§ 721. 7e famille : *Mactridæ*. Cette famille qui, par son animal pourvu de tubes réunis et d'un pied comprimé, réunit deux caractères propres aux *Myacidæ* et aux *Tellinidæ*, ne comprend que le genre *Mactra*, Linné, 1758, dont la coquille triangulaire est caractérisée par son sinus palléal court, en demi-cercle, plus large que long; par sa charnière, pourvue sous les crochets d'une dent cardinale comprimée et divisée en deux parties ; par son ligament interne triangulaire et externe linéaire. Nous en connaissons 57 espèces fossiles : les premières de l'étage sinémurien ; le maximum dans les mers actuelles où elles vivent dans toutes les régions sur les fonds de sable au niveau des marées.

§ 722. 8e famille : Tellinidæ. Coquille mince ou épaisse, équivalve ou inéquivalve, généralement inéquilatérale, presque fermée, pourvue d'impressions palléales, laissant un très-grand sinus anal. Ligament interne ou externe, ou les deux à la fois. Charnière généralement pourvue de deux dents cardinales, et de dents latérales. Tous les genres vivent au niveau et au-dessous des marées, sur les fonds de sable et de vase, dans toutes les régions.

§ 723. G. *Donacilla*, Lamarck, 1811 (*Mesodesma*, Deshayes, 1830; *Arcomya* (pars), Agass.; *Erycina*, Sow., non Lam.). Coquille épaisse, ovale, comprimée, inéquilatérale, fermée ; impressions palléales très-prononcées ; sinus arrondi, souvent plus large que profond. Ligament interne et externe. Charnière pourvue d'un large cuilleron saillant, d'une dent cardinale et de dents latérales très-prononcées. Nous en connaissons 7 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 724. G. *Sowerbya*, d'Orb., 1847. Voisin des *Mactra*, ce genre a des dents latérales énormes à la charnière, une fossette interne ligamentaire simplement creusée. Une seule espèce fossile connue est de l'étage oxfordien.

§ 725. G. *Lavignon*, Cuvier, 1817 (*Scrobicularia*, Schum., 1817; *Listera*, Turton, 1822; *Lutraria* (pars), Lamarck; *Cumingia*, Sow., 1833; *Lutricola*, Blainv., 1824; *Mactromya*, Agassiz, 1842). Coquille ovale, comprimée ou renflée, mince, voisine des Tellines par son ensemble, mais s'en distinguant par son extrémité anale non ployée et bâillante; par sa forme plus large, souvent plus renflée; par les cuillerons de la charnière, destinés à recevoir un ligament interne et externe en même temps; par ses trois impressions musculaires. Les espèces vivantes sont en grandes familles enfoncées dans la vase, au niveau des marées. Nous en connaissons 13 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 726. G. *Amphidesma*, Lam., 1819 (*Abra*, *Thyasira*, Leach; *Semele*, Schumacher). Ces coquilles ont, comme les Lavignons, le ligament interne et externe; mais elles s'en distinguent par leur région anale fermée et tordue; par leur sinus palléal large, en bourse; par deux impressions musculaires, par le manque de cuilleron, et par la présence de dents cardinales à la charnière; par les dents latérales plus prononcées; par une côte interne qui circonscrit l'attache musculaire buccale. Les espèces vivantes sont des vases sablonneuses, dans les régions chaudes. Nous en connaissons 7 espèces fossiles : les premières de l'étage parisien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 727. G. *Arcopagia*, Brown, 1827. Ce genre voisin, par tous ses caractères, des *Amphidesma*, s'en distingue par son ligament externe. Il diffère des Tellines par la courbure de la région anale des valves, le plus souvent tournée à droite; par son sinus palléal en bourse, et par la côte buccale interne. Nous en connaissons 40 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien; le maximum à l'étage parisien.

§ 728. G *Tellina*, Linné, 1758. Ces coquilles, minces, tordues à gauche sur la région anale, pourvue de deux attaches musculaires et d'une ou deux dents cardinales, et le plus souvent de dents latérales écartées, se rapprochent des *Amphidesma* et des *Arcopagia*; mais se distinguent des premières par leur ligament externe, des secondes par leur sinus anal énorme, arrivant toujours à s'unir avec le bord de l'impression palléale, tandis qu'il en est distinct chez les deux genres cités. Nous en connaissons 100 espèces fossiles : les premières de l'étage bajocien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 729. G. *Capsa*, Brug., 1791 (non *Capsa*, Lam., 1818). Ce genre ne contient que les coquilles dont la forme renflée, le manque de dents latérales à la charnière et de plis sur la région anale, les distinguent des Tellines. Nous en connaissons 4 espèces fossiles : les premières de l'étage cénomanien; le maximum dans les régions chaudes des mers actuelles.

§ 730. G. *Donax*, Linné 1758 (*Capsa*, *Donax*, Lamarck). Coquille allongée, triangulaire, entièrement fermée et sans plis à la région anale très-courte, tandis que la région buccale est très-allongée. Le sinus anal, les impressions musculaires, le ligament et la charnière sont les mêmes que chez les Tellines. Nous en connaissons 18 espèces fossiles : les premières de l'étage suessonien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 731. G. *Grateloupia*, Desmoulins, 1828. Coquille triangulaire, fermée, sans plis ; une lunule distincte; charnière des Tellines, avec cette différence que la dent latérale anale est remplacée par des plis, ou par des rugosités obliques nombreuses. Nous connaissons deux espèces de ce genre perdu, une de l'étage parisien, une de l'étage falunien.

§ 732. 9e famille : Lepidæ. Coquille très-régulière, fermée ou bâillante à ses extrémités. Impressions palléales pourvues d'un sinus anal très-prononcé. Impressions musculaires au nombre de deux de chaque côté. Ligament interne ou externe. Charnière formée de dents et de fossettes nombreuses qui s'insèrent les unes dans les autres. Nous formons cette famille aux dépens des Nuculidées, pour les espèces pourvues d'un sinus palléal très-prononcé et de tubes. Ces coquilles vivent bien au-dessous des marées, sur les fonds sablonneux des mers.

§ 733. G. *Leda*, Schumacher, 1817 (*Nucula* (pars), Lam.; *Lembulus*, Risso, 1826; *Dacryomya*, Agass., 1840; *Lyrodesma*, Conrad, 1841). Coquille ovale, oblongue, dont la région anale, souvent prolongée en rostre, est fermée; dont le ligament est interne. Elle se distingue des Nucules par le sinus anal de l'impression palléale ; par sa forme rostrée en avant, par le manque de nacre. Nous en connaissons 119 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 734. G. *Orthonota*, Conrad, 1841. Ce sont des coquilles qui, avec la forme extérieure des *Solemya*, ont, sur la région anale, au côté cardinal, des dents et des rides obliques assez remarquables, analogues à ce qu'on voit chez les *Leda*. Nous connaissons de ce genre perdu, 3 espèces de l'étage silurien.

§ 735. 10e famille : Venusidæ. Coquille équivalve, inéquilatérale, ronde, ovale ou allongée, fermée ou presque fermée. Sinus anal triangulaire ou arrondi, bien distinct de l'impression palléale. Ligament externe. Charnière pourvue de dents cardinales divergentes.

§ 736. G. *Petricola*, Lam., 1801 (*Petricola*, *Rupellaria*, et *Venerupis*, Lam.). Très-voisines des *Venus* par leurs caractères, les *Petricola* s'en distinguent par l'animal, par leur coquille plus allongée, par deux impressions musculaires différentes de forme à chaque valve, par les dents de la charnière plus saillantes et moins obliques. Toutes les espè-

ces sont des côtes rocailleuses ou des récifs de coraux, qu'elles percent pour s'y loger, rongeant ainsi les parties calcaires au moyen d'un acide particulier. Nous en connaissons 12 espèces fossiles : les premières de l'étage parisien ; le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 199, 200, 201, 202).

§ 737. G. *Venus*, Linné, 1758 (*Venus*, *Cytherea*, *Meretrix*, Lam.; *Pullastra*, Sow.; *Arthemis*, Poli ; *Mercenaria*, *Tapes*, *Antigona*, *Venus*, *Tridonta*, *Anomalocardia*, Schumacher, 1817). Nos études sur les animaux et les coquilles (*Voy.* Pal. franc., ter. crét., III, p. 429) nous ont fait réunir en un seul genre, les *Venus*, les *Cytherea*, les *Pullastra* et les *Arthemis*, qui n'ont aucun caractère distinctif constant. Nous prenons donc le genre *Venus* tel que le considérait Linné. Ces coquilles, minces ou épaisses, ovales, trigones ou allongées, équivalves, entièrement fermées, ont une impression palléale et un sinus anal triangulaire ou arrondi, trois impressions musculaires à chaque valve ; une charnière pourvue de trois ou quatre dents cardinales divergentes, variables, séparées par des fossettes. Toutes vivent au niveau et au-dessous des marées, sur les fonds de gros sable, et de sable fin près des rochers. Nous en connaissons 229 espèces fossiles : les premières de l'étage oxfordien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 738. G. *Thetis*, Sowerby, 1827. Les *Thetis* ressemblent aux *Cardium* par leur forme et par les dents de leur charnière ; mais ils se distinguent de tous les autres genres de *Sinupalléales*, par leur énorme sinus qui s'étend en pointe obtuse jusque sous les crochets. Les espèces sont fos-

Fig. 206. Thetis lævigata.

siles : les premières de l'étage devonien, les dernières de l'étage cénomanien (Voy. *fig.* 206).

§ 739. 11e famille . Cyclasidæ. Coquille plus ou moins comprimée, ovale ou triangulaire, exactement fermée, subéquilatérale, ayant des impressions palléales formant un très-petit sinus triangulaire ; impres-

sions musculaires au nombre de deux à chaque valve; ligament externe; charnière pourvue de dents cardinales et de dents latérales.

§ 740. *G. Cyclas*, Bruguière, 1791 (*Cyclas*, *Cyrena*, Lam.; *Pisidium*, Pfeifer). Coquille ovale ou trigone, très-régulière; charnière pourvue de dents cardinales presque nulles ou fortement prononcées, au nombre d'une, de deux ou de trois à chaque valve; une ou deux dents latérales allongées transversalement, comprimées ou lamelleuses. Un épiderme épais; les crochets souvent rongés. Nous y réunissons les *Cyrena* de Lamarck, basé sur trois dents cardinales; mais ces dents passant insensiblement aux *Cyclas*, nous ne croyons pas devoir les conserver. On a cru jusqu'à présent, que toutes les *Cyclas* étaient des eaux douces; mais depuis que nous avons découvert la *Cyclas maritima*, des eaux salées des Antilles, nous sommes autorisé à regarder comme marines beaucoup des espèces fossiles que nous avons recueillies avec d'autres coquilles marines. Nous en connaissons 42 espèces fossiles : les premières de l'étage portlandien; le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 207).

§ 741. 12e famille : Corbulidæ. Coquille fermée, très-inéquivalve, ayant des impressions palléales à peine sinueuses; impressions musculaires au nombre de deux ou de trois à chaque valve; ligament interne placé souvent dans une fossette particulière; charnière pourvue d'une dent sur la petite valve, d'une ou deux dents cardinales l'une sur l'autre. Cette famille, que, nonobstant l'opinion de quelques auteurs, nous ne croyons pas devoir rapprocher des myes, forme un groupe très-naturel; les coquilles qui la composent vivent en grande société sur les bancs de sable et s'y tiennent presque perpendiculairement malgré leurs valves inégales.

Fig. 207. Cyclas antiqua.

§ 742. G. *Corbula*, Bruguière, 1791. Coquille épaisse, fermée, pourvue de deux impressions musculaires; une dent saillante à chaque valve, entrant dans une fossette du côté opposé. Toutes les espèces vivantes sont des rivages sablonneux. Nous en connaissons 92 espèces fossiles : les premières de l'étage bajocien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 743. G. *Sphenia*, Turton, 1822. Ce sont des corbules de contexture vitreuse, minces, allongées, pourvues d'une dent simple à chaque valve, et munies sur la région anale, d'un long rostre. Elles ont des côtes rayonnantes, et offrent un aspect tout particulier. Elles vivent, plus profondément que les corbules, sur le sable fin. Nous en connaissons

7 espèces fossiles : les premières de l'étage suessonien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 744. G. *Azara*, d'Orb. Ces coquilles voisines de forme des Corbules en diffèrent par l'animal ; par trois impressions musculaires ; par deux dents cardinales divergentes, une de chaque côté de la fossette du ligament, à la valve bombée : l'autre valve est pourvue d'un cuilleron. Les espèces sont des eaux douces de l'Amérique méridionale. L'espèce fossile est de l'étage contemporain des Pampas.

§ 745. G. *Pandora*, Bruguière, 1791. Les *Pandora* diffèrent des Corbules, par leur manteau fermé, par leur coquille nacrée dont une des valves est tout à fait plane, au lieu d'être seulement moins bombée que l'autre ; par les deux dents de la charnière trigone, placée plus du côté buccal que le ligament, au lieu d'être de chaque côté. Nous en connaissons trois espèces fossiles : la première de l'étage parisien ; le maximum dans les mers actuelles.

2e Ordre. ORTHOCONQUES INTÉGROPALLÉALES, d'Orb.

§ 746. Coquille symétrique, équivalve, régulière, ayant une valve droite et une valve gauche, toujours pourvue de deux à quatre empreintes musculaires internes ; valves fermées, sans sinus anal à l'empreinte palléale qui est entière. Habitudes purement aquatiques ; type, la *Moule des étangs* (*Anodonta*) ; station normale verticale.

§ 747. 1re famille : ASTARTIDÆ. *Coquille* variable, généralement épaisse, munie de dents cardinales prononcées; ligament interne ou externe ; impressions musculaires au nombre de deux du côté buccal, et d'une du côté anal, à chaque valve; souvent une attache musculaire, sous le crochet, dans le fond de la valve. Ce sont généralement des coquilles lisses ou pourvues de côtes concentriques.

§ 748. G. *Opis*, Defrance, 1825. Coquille épaisse, renflée, cordiforme, entièrement fermée, à crochets très-saillants, souvent contournés. Ligament externe; une grande dent cardinale à la charnière. Toutes les espèces sont fossiles. Nous en connaissons 42, les premières de l'étage saliférien ; le maximum à l'étage corallien ; les dernières à l'étage sénonien.

§ 749. G. *Astarte*, Sowerby, 1818 (*Crassina*, Lam., 1819). Coquille épaisse, comprimée, vénusiforme; à crochets peu saillants, non contournés ; ligament externe, deux dents cardinales à la charnière. Les espèces vivantes sont des régions froides. Elles vivent dans le sable fin au-dessous du balancement des marées. Nous en connaissons 207 espèces fossiles ; peut-être le maximum dans les mers actuelles.

§ 750. G. *Crassatella*, Lamarck, 1801 (*Ptychomya*, Agassiz, 1842). Ce genre, très-voisin des *Astarte* par la forme et par tous les caractères

zoologiques, s'en distingue par le ligament interne, ce qui modifie la charnière et lui donne plus d'irrégularité ; en effet, sa valve droite a deux dents divergentes et trois fossettes dont une anale très-large où est situé le ligament ; l'autre valve a une dent et deux fossettes. Toutes les espèces vivantes sont des régions chaudes, et se tiennent dans le sable au-dessous du balancement des marées. Nous connaissons 59 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien ; le maximum à l'étage parisien (*fig.* 208, 209).

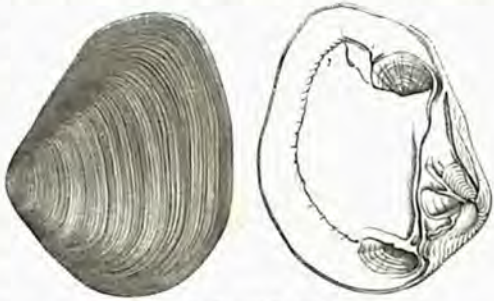


Fig. 208. Crassatella ponderosa.

Fig. 209. Crassatella Robinaldina.

§ 751. 2e famille : CARDITIDÆ. Coquille inéquilatérale, symétrique, épaisse, entièrement fermée, pourvue de dents cardinales obliques, généralement très-grosses ; ligament externe ; impressions musculaires au nombre d'une du côté anal, et d'une du côté buccal à chaque valve. Nous n'avons pas reconnu d'attache musculaire sous les crochets. Cette famille se distingue de la précédente par son manque d'impressions musculaires multiples du côté buccal.

§ 752. G. *Cardita*, Bruguière, 1791 (*Cardita*, *Venericardia*, Lamarck, 1804 ; *Carditamera*, Conrad). Coquille ovale ou ronde, épaisse, pourvue de côtes rayonnantes très-marquées ; de deux dents cardinales obliques dirigées du même côté, ou inégales. Les espèces vivantes sont des régions chaudes et tempérées ; elles s'enfoncent dans le sable ou se fixent aux pierres par un byssus. Nous en connaissons 83 espèces fossiles : les

premières de l'étage néocomien ; le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 210, 211).

Fig. 210. Cardita planicosta.

§ 753. G. *Hippopodium*, Conybeare, Sow., 1819. C'est une Cardite exagérée pour la charnière, qui occupe souvent la moitié de la coquille, et sans côtes rayonnantes ; lunule profonde ; impressions très-excavées. Nous connaissons de ce genre perdu 6 espèces, toutes fossiles : les premières de l'étage liasien, le maximum et les dernières à l'étage corallien.

Fig. 211. Cardita pectunculoris.

§ 754. G. *Megalodon*, Sow., 1827 (*Megalodus*, Goldfuss, 1834). Coquille épaisse, voisine des Cardites, pourvue à la charnière d'une très-grosse dent cardinale de chaque côté, et d'une dent latérale anale. Impression musculaire buccale, profonde. Nous connaissons 16 espèces, toutes fossiles : la première de l'étage silurien ; le maximum à l'étage devonien ; les dernières de l'étage carbonifèrien.

§ 755. G. *Cyprina*, Lamarck, 1822. Ces coquilles se distinguent des *Cardita*, par le manque de côtes rayonnantes externes, par les dents latérales, et les dents cardinales de la charnière moins large, par des callosités nymphales plus prononcées. On y a souvent réuni, à tort, de véritables *Venus* pourvues de sinus palléal. Nous connaissons 82 espèces fossiles : les premières de l'étage conchylien ; le maximum à l'étage oxfordien. Les espèces vivantes sont des mers froides.

§ 756. G. *Cypricardia*, Lam., 1801. Coquille oblongue, épaisse, munie de trois dents cardinales sous le crochet, et d'une dent latérale prolongée sous le corselet. Nous ôtons de ce genre de Lamarck, les espèces à

sinus palléal qui rentrent dans les *Venusidæ*, et nous n'y conservons que les espèces sans sinus. Nous en connaissons 58 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage carbonifèrien. Les espèces vivantes sont des mers des régions chaudes.

§ 757. *Cardinia*, Agassiz, 1838 (*Sinemuria* de Cristol, 1839 ; *Pachyodon*, Stucth.). Coquille épaisse, lisse, à lunule excavée ; à la charnière une dent cardinale peu marquée, une dent latérale très-écartée de chaque côté. Nous connaissons 73 espèces fossiles : les premières de l'étage murchisonien ; le maximum à l'étage sinémurien ; les dernières à l'étage liasien : on les avait confondues avec les *Unio*.

§ 758. 3e famille : TRIGONIDÆ. Cette famille renferme les deux genres suivants :

G. *Trigonia*, Brug., 1789 (*Lyriodon*, Goldfuss). Coquille épaisse, nacrée, triangulaire, épaisse, fermée; quatre impressions musculaires ordinaires, et une cinquième sous les crochets. Ligament externe. Charnière composée de dents cardinales divergentes, sillonnées transversalement, deux sur la valve gauche, quatre sur la valve droite sillonnées d'un seul côté. La seule espèce vivante est des régions chaudes et vit sur les fonds de sable. Nous connaissons 90 espèces fossiles : les premières de l'étage saliférien ; le maximum à l'étage sénonien (*fig.* 212, 213, 214).

Fig. 213. Trigonia longa.

Fig. 212. Trigonia gibbosa.

Fig. 214. Trigonia scabra.

§ 759. G. *Myophoria*, Bronn, 1835. Ce sont des Trigonies dont les dents divergentes de la charnière sont lisses au lieu d'être costulées en travers. Nous en connaissons 16 espèces : les premières et le maximum à

l'étage conchylien ; les dernières à l'étage salifèrien. Ce genre perdu est spécial aux terrains triasiques (*fig.* 215).

§ 760. 4e famille : Lucinidæ. Coquille inéquilatérale, symétrique, ronde ou ovale, comprimée, généralement mince, entièrement fermée, pourvue ou non de dents cardinales très-variables, insolites, doubles, divergentes, ou rudimentaires, et de deux dents latérales plus ou moins prononcées ; ligament externe ou caché ; deux impressions musculaires très-séparées.

Fig. 215. Myophoria lineata.

§ 761. G. *Erycina*, Lamarck, 1805 (non *Erycina*, Blainville, Rang, Sowerby). Coquilles rondes ou ovales, minces, lisses, bombées ; deux impressions musculaires courtes à chaque valve ; ligament interne, large, logé dans une fossette oblique, et formant une partie linéaire externe. Une ou deux dents cardinales buccales à la charnière ; quelquefois des dents latérales distantes. Elles vivent dans les eaux tranquilles, sur les lieux rocailleux. Nous en connaissons 28 espèces fossiles : les premières de l'étage parisien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 762. G. *Lucina*, Brug., 1791 (*Loripes*, Poli, 1791 ; *Ungulina*, Daudin, 1802. *Taras*, *Arctoe*, Risso, 1826). Les *Lucina*, voisines par la charnière, des *Erycina* et des *Corbis*, se distinguent des premières par leur coquille ronde, déprimée, et par leurs impressions musculaires très-longues souvent prolongées en arc ; elles se distinguent des secondes par les mêmes caractères et par deux impressions musculaires au lieu de trois. Nous en connaissons 193 espèces fossiles : les premières de l'étage devonien ; le maximum dans les mers actuelles, où elles vivent dans le sable, au niveau et au-dessous des marées.

§ 763. G. *Corbis*, Cuvier, 1817 (*Idotæa*, Schum., 1817). Cette coquille, ovale, épaisse, munie de côtes concentriques et de stries rayonnantes, se distingue des Lucines dont elle a les impressions palléales et la charnière, par trois impressions musculaires non prolongées, dont deux sont sur la région buccale, et par des dents latérales souvent compliquées à la charnière. Les espèces vivantes sont des régions chaudes, et des fonds de sable, au-dessous du balancement des marées. Nous en connaissons 30 espèces fossiles : les premières de l'étage bajocien ; le maximum à l'étage parisien.

§ 764. Famille des Tridacnidæ, qui contient le G. *Tridacna*, Bruguière, 1791. Coquille épaisse, ovale, pourvue d'une ouverture à la région

buccale, sous les crochets. Une seule empreinte musculaire double; deux dents à la charnière; ligament externe. Deux espèces fossiles des étages parisien et falunien.

§ 765. 5e famille: CARDIDÆ. Coquille renflée, variable de forme, pourvue de dents cardinales irrégulières et de dents latérales écartées; souvent bâillante sur la région anale; ligament externe.

§ 766. G. *Cardium*, Linné, 1758 (*Cardiola*, Broderip). Coquille ovale ou ronde, renflée, subcordiforme, souvent bâillante à la région anale, à crochets saillants, couverte de côtes rayonnantes; deux attaches musculaires à chaque valve; ligament externe; charnière pourvue d'une ou deux dents cardinales coniques, et de deux dents latérales séparées. Les espèces vivantes de toutes les régions se tiennent dans les lieux tranquilles, enfoncées dans le sable au niveau ou au-dessous du balancement des marées. Nous en connaissons 274 espèces fossiles: les premières de l'étage murchisonien; le maximum dans les mers actuelles (*fig* 216,217).

§ 767. G. *Cardilia*, Desh., 1835. Ce sont des coquilles analogues de forme aux *Cardium*, ayant le ligament intérieur placé dans un cuilleron. Charnière munie d'une petite dent cardinale, et d'une fossette; deux attaches musculaires dont l'anale placée sur une lame mince saillante qui s'étend sous le crochet. Nous connaissons 2 espèces fossiles, des terrains tertiaires. Les espèces vivantes sont des régions chaudes.

Fig. 216. Cardium peregrinum.

Fig. 217. Cardium hillanum.

§ 768. G. *Unicardium*, d'Orb., 1847. Coquille ovale, lisse, ou ridée concentriquement; charnière formée, à chaque valve, d'une seule dent cardinale petite, placée l'une derrière, l'autre dans l'assemblage. Point de dents latérales. Nous connaissons, de ce genre perdu, 42 espèces fossiles: les premières de l'étage sinémurien; le maximum à l'étage oxfordien; les dernières de l'étage cénomanien.

§ 769. G. *Conocardium*, Bronn, 1835 (*Pleurorhynchus*, Phillips, 1836 ; *Lychas*, Steininger, 1837 ; *Lunulocardium*, Münster, 1841). Coquille allongée, prolongée en rostre et bâillante à la région anale ; prolongée en pointe, ou tronquée à la région buccale. Nous connaissons 29 espèces : les premières et le maximum à l'étage devonien ; les dernières à l'étage carbonifèrien. Ainsi ce genre perdu serait spécial aux terrains paléozoïques (*fig.* 218).

§ 770. G. *Isocardia*, Lam., 1799. Les Isocardes se distinguent des *Cardium* par leur coquille plus renflée, à crochets bien plus saillants, et contournés en spirale ; par les dents de la charnière comprimées, dont la plus grande s'enfonce sous le crochet. Le moule intérieur, fossile, ne montre pas de trace de charnière ; mais il se distingue des *Ceromya*, de même forme, par le manque de sillon allongé d'un seul côté, en avant de l'un des crochets, et par deux petites impressions linéaires transverses placées en arrière des crochets. Les espèces vivantes sont de toutes les régions ; elles se tiennent au-dessous du balancement des marées dans le sable. Nous en connaissons 72 espèces fossiles : les premières de l'étage carbonifèrien.

Fig. 218. Conocardium fusiforme.

§ 771. G. *Cardiomorpha*, de Koninck, 1842. D'après l'analyse des caractères, ce genre renfermerait des *Isocardia* sans dents à la charnière. Nous en connaissons 38 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum et les dernières à l'étage carbonifèrien.

§ 772. G. *Edmondia*, Koninck, 1842. Autant qu'on peut en juger, ce genre serait une *Isocaria*, dont le ligament serait intérieur. On en connaît deux espèces fossiles de l'étage carbonifèrien.

§ 773. 6e famille : Unionidæ. Coquille inéquilatérale, très-variable de formes, pourvue d'un épiderme, et de contexture nacrée ; charnière avec ou sans dents ; ligament extérieur ; impressions musculaires au nombre de trois, dont deux du côté buccal. Ces coquilles vivent toutes dans les eaux douces des fleuves et des étangs.

§ 774. G. *Unio*, Retzius, 1788. Coquille ronde, ovale, ou allongée, mince ou épaisse, presque close ; pourvue d'impressions musculaires

très-prononcées, et d'une charnière généralement formée de deux dents cardinales très-diversifiées, et sur la région anale d'une ou deux dents latérales, longitudinales, sublamelleuses. On a souvent décrit comme des *Unio* des coquilles marines appartenant aux *Cardinia* (§ 745). Nous en connaissons 11 espèces fossiles : la première de l'étage néocomien; le maximum dans les eaux douces actuelles (*fig.* 219).

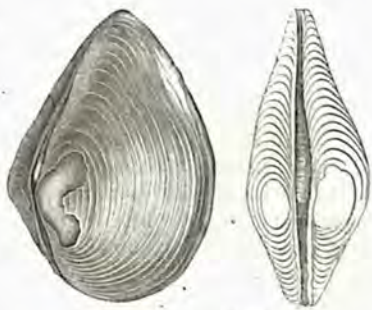


Fig. 219. Unio waldensis.

§ 775. G. *Anodonta*, Lamarck, 1801. Ce sont des *Unio* dépourvues de dents à la charnière. Nous en connaissons 3 espèces fossiles : les premières de l'étage suessonien ; le maximum dans les eaux douces actuelles.

§ 776. 7e famille : Nuculidæ. Coquille très-régulière, entièrement fermée, sans facette extérieure entre les crochets ; charnière formée de dents et de fossettes nombreuses qui s'engrènent les unes dans les autres, indépendamment, quelquefois, de dents latérales ou de dents cardinales distinctes ; ligament interne ou externe, placé dans une cavité propre, ou se prolongeant sous les dents ; impressions musculaires au nombre de deux, de chaque côté ; le plus souvent un épiderme ; coquille généralement nacrée. Ces coquilles se distinguent des Arcacidées par le manque de facette extérieure sous les crochets. Elles vivent toutes au-dessous du balancement des marées, sur les fonds de sable fin de toutes les régions.

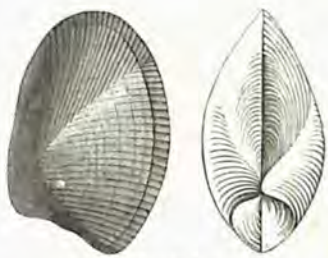


Fig. 220. Nucula bivergata.

§ 777. G. *Nucula*, Lamarck, 1801. Coquille ovale, pourvue d'une charnière formée de dents longues, intrantes, nombreuses, placées sur deux lignes divergentes de chaque côté d'une fossette ou cuilleron ovale où s'insère le ligament interne. On y avait confondu les *Leda* (§ 721) qui s'en distinguent par leur sinus palléal et leurs siphons. Nous en connaissons 104 espèces fos-

siles : les premières de l'étage silurien ; le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 220).

§ 778. G. *Nucunella*, d'Orb., 1847. C'est une nucule, ronde, avec une fossette ligamentaire interne, treillissée, sans cuilleron, qui sépare obliquement en deux les dents de la charnière. Une seule espèce fossile de l'étage parisien.

§ 779. G. *Nuculina*, d'Orb., 1844. Ce genre se distingue des nucules par ses dents éparses sur une seule ligne, par une dent latérale anale à la charnière, comme celle des *Cardium*. Nous connaissons, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage parisien.

§ 780. G. *Isoarca*, Münster, 1843. Voisin des nucules, ce genre s'en distingue par sa coquille bombée, treillissée extérieurement, à crochets contournés comme les Isocardes ; à la charnière, les dents anales sont très-nombreuses ; à peine quelques dents sous les crochets. Nous connaissons, de ce genre perdu, 11 espèces fossiles : les premières de l'étage saliférien ; le maximum à l'étage néocomien ; les dernières à l'étage sénonien.

§ 781. G. *Limopsis*, Sassi, 1827 (*Trigonocœlida*, Nyst., 1834, *Pectunculina*, d'Orb., 1843). Ce genre se rapproche des nucules par la fossette du ligament ; mais il s'en distingue par son ligament externe, placé en dehors des dents de la charnière ; celles-ci représentent un arc. Il a la forme des *Pectunculus*, dont il diffère par le manque de facette sous les crochets, et par la fossette spéciale où est placé le ligament. Nous en connaissons 27 espèces fossiles : les premières de l'étage bajocien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 782. 8e famille : Arcacidæ. Coquille munie, sous les crochets, d'une facette ligamentaire ; charnière composée de dents nombreuses, intrantes, disposées sur une ligne droite ou arquée ; ligament tout à fait extérieur, occupant toute la ligne interne de la facette ligamentaire ; impressions musculaires au nombre de deux à chaque valve. Toutes les espèces vivantes sont des régions chaudes et tempérées.

§ 783. G. *Pectunculus*, Lamarck, 1801. Coquille ronde, subéquivalve ; charnière pourvue de dents obliques formant un arc dans leur ensemble. Les espèces vivantes se tiennent au-dessous du balancement des marées, sur les fonds de sable et de gravier. Nous en connaissons 73 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 784. G. *Stalagmium*, Conrad, 1834 (non Nyst., *Myopora*, Leach). Ce genre, voisin des *Pectunculus*, s'en distingue par sa facette ligamentaire, réduite à la moitié anale, et dès lors sans chevrons, mais marquée de sillons parallèles. Une seule espèce fossile de l'étage parisien.

§ 785. G. *Arca*, Linné, 1758 (*Cucullæa*, Lamarck ; *Byssoarca*,

Sowerby). Coquille oblongue ou allongée, inéquivalve ; charnière pourvue de dents transverses, obliques ou longitudinales, placées sur une ligne droite. Crochets écartés et séparés par une longue facette ligamentaire. D'après nos observations (Paléont. fr., terr. crét., III, p. 194), nous ne séparons pas les *Cucullæa* ni les *Bissoarca*, des *Arca* de Linné. Les espèces vivantes, aujourd'hui très-nombreuses, sont des rochers, des récifs de coraux et des sables, au niveau et au-dessous des

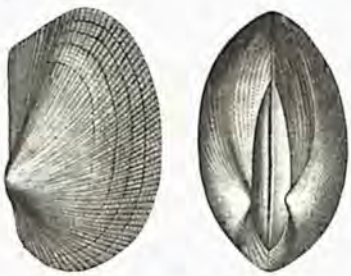


Fig. 221. Arca antiqua.

Fig. 222. Moule intérieur de l'Arca fibrosa.

marées. Nous en connaissons 361 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 786. 9e famille : Mytilidæ. Coquille allongée ou ovale, équivalve, plus ou moins fermée. Ligament longitudinal marginal ou presque marginal. Cette famille se distingue facilement des autres par sa coquille, dont le crochet forme, le plus souvent, l'extrémité inférieure ; par son ligament très-long marginal. Elle se distingue des *Aviculidæ* par la coquille équivalve. Les espèces vivantes sont fixées par un byssus aux corps sous-marins de toutes les régions.

§ 787. G. *Pinna*, Linné, 1758. Coquille triangulaire, équivalve, cunéiforme, fortement bâillante et élargie à sa région anale ; acuminée à sa région buccale, où elle se termine par les crochets. Deux impressions musculaires ; test composé d'une couche externe formée de fibres verticales, transverses, et d'une couche interne, lamelleuse, divisée au milieu par un sillon. Les espèces vivantes s'enfoncent dans le sable des mers tranquilles. Nous en connaissons 58 espèces fossiles : les premières de l'étage carbonifériën ; le maximum à l'époque actuelle.

§ 788. G. *Dreissena*, Van Beneden, 1835 (*Congeria*, Partsch, 1835 ; *Enocephala*, Münster, 1837). Ce sont des moules pour la forme, dont l'animal

est tout différent. Elles ont trois attaches musculaires, dont une du côté du ligament, celui-ci dans une fossette spéciale. Elles vivent aujourd'hui dans les eaux douces. Nous en connaissons 9 espèces fossiles : les premières de l'étage parisien.

§ 789. G. *Myoroncha*, Sowerby, 1824. Coquille oblongue, épaisse, presque fermée, voisine des *Mitylus ;* mais s'en distinguant par sa coquille épaisse, par deux impressions musculaires buccales au lieu d'une, par sa charnière pourvue d'une dent en dedans du ligament, par un diaphragme entre les deux attaches musculaires buccales. Nous connaissons, de ce genre perdu, 26 espèces fossiles : les premières de l'étage permien ; le maximum à l'étage oxfordien ; les dernières à l'étage falunien.

§ 790. G. *Mitylus*, Linné, 1758 (*Mitylus*, *Modiola*, Lamarck). Ce genre, voisin des deux précédents par sa forme, en diffère par une seule attache musculaire buccale ; les crochets sont à l'extrémité ou presque à l'extrémité ; Lamarck en avait séparé, sous le nom de *Modiola*, les espèces dont le crochet est latéral au lieu d'être terminal ; mais cette coupe n'est pas assez circonscrite pour qu'on puisse la conserver. Les espèces vivantes sont en grandes familles fixées, au moyen de leur byssus, aux rochers, au niveau du balancement des marées. Nous connaissons 227 espèces fossiles : les premières de l'étage devonien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 791. G. *Lithodomus*, Cuvier, 1817. Ce genre se distingue des *Mitylus* par son animal et par sa coquille droite, renflée, également bombée, jamais anguleuse ; par ses crochets toujours contournés, par sa forme obtuse et rétrécie aux deux extrémités. Ce sont des coquilles perforantes qui vivent dans les pierres, les coraux ou les coquilles mortes, qu'elles perforent au moyen d'un acide. Nous en connaissons 36 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 792. 10e famille : Limidæ. Coquille ovale, ou trigone, équivalve, souvent bâillante, inéquilatérale ; une impression musculaire à chaque valve ; ligament placé sous le crochet dans une fossette triangulaire ; des espèces d'oreilles de chaque côté du crochet, dont les extrémités sont souvent séparées par une large facette.

§ 793. G. *Lima*, Bruguière, 1791 (*Lima*, *Plagiostoma*, auctorum ; *Limatula*, Wood, 1839). Coquille munie simplement de la fossette du ligament, sans dents à la charnière. Nous en connaissons 216 espèces fossiles : les premières de l'étage conchylien ; le maximum à l'étage sénonien. Les espèces vivantes sont des régions profondes des mers.

§ 794. G. *Limea*, Bronn, 1832. C'est une *Lima*, dont la facette est pourvue de dents transverses qui composent une charnière compliquée.

On connait, de ce genre perdu, 2 espèces fossiles : la première de l'étage liasien, la seconde de l'étage bajocien.

3e Ordre. PLEUROCONQUES (*Pleuroconchæ*), d'Orb.

§ 795. Coquille non symétrique ; inéquivalve, irrégulière ; ayant une valve supérieure et une valve inférieure ; toujours pourvue d'une ou deux empreintes musculaires internes ; valves fermées, sans sinus anal à l'impression palléale entière. Habitudes purement aquatiques. Type *l'huître* (*Ostrea*), le peigne (*Pecten*). Station normale couchée sur le côté.

Les coquilles de cet ordre ne sont plus symétriques. Dans leurs parties elles ont toujours une valve différente de l'autre; leur station normale cesse d'être verticale, et devient analogue à celle des Pleuronectes parmi les poissons : c'est-à-dire que l'animal, au lieu de présenter ses parties paires, ou mieux la ligne de séparation des deux lobes du manteau, suivant une ligne verticale, les montre dans une direction horizontale. Ainsi les coquilles non symétriques sont dans la station normale par rapport aux autres, comme si elles étaient couchées sur le côté. Il n'y a plus, chez elles, de valve droite et de valve gauche, mais il y a toujours une *valve supérieure* et une *valve inférieure*. Toutes sont fixées, soit par un byssus, soit par la coquille elle-même. Lorsqu'elles sont fixées par un byssus, elles présentent moins d'irrégularités ; lorsqu'au contraire elles tiennent au sol ou aux corps sous-marins par la matière calcaire, non-seulement les deux valves sont très-inégales, mais encore, contraintes à se conformer pour leur accroissement, à l'espace qui leur est échu, ces coquilles, soit en se moulant sur les corps où elles sont parasites, soit en se modifiant suivant les conditions d'existence où elles se trouvent, changent tellement de forme et d'aspect chez les divers individus d'une même espèce, qu'il faut oublier tout à fait les limites ordinaires de variation et leur faire une part beaucoup plus large quant aux caractères spécifiques.

§ 796. 1re famille : Aviculidæ. Coquille très-inéquilatérale, généralement échancrée ou évidée à la valve inférieure, pour le passage du byssus ; la valve supérieure souvent la plus bombée. Impressions musculaires au nombre de deux à chaque valve, une médiane large, une buccale petite, placée dessous ou près des crochets. Ligament interne ou externe unique, ou divisé par segments transverses sur une facette cardinale. Charnière linéaire, avec ou sans dents. Cette famille, dans laquelle Lamarck et les auteurs qui l'ont suivi aveuglément, n'avaient vu qu'une empreinte musculaire, en a certainement deux. Elle est bien distincte de la famille des *Pectinidæ*, par son ensemble oblique.

§ 797. G. *Pinnigena*, Deluc, 1799 (*Trichytes*, Defrance, 1828).

Ce genre, triangulaire comme les *Pinna*, dont il a la contexture fibreuse du test, en diffère par sa valve inférieure bombée, et l'autre plane ; c'est, en effet, une coquille très-inéquivalve, qui vivait dans la même position que les huîtres, avec lesquelles elle a souvent été confondue. Nous connaissons de ce genre perdu, 5 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien; le maximum à l'étage corallien, les dernières à l'étage néocomien.

§ 798. G. *Avicula*, Klein, 1753 (*Avicula*, *Meleagrina*, *Malleus*, *Vulsella*, Lamarck ; *Monotis*, Bronn). Coquille nacrée en dedans, ovale ou transverse ; valve supérieure bombée ; valve inférieure échancrée pour le passage d'un byssus ; deux impressions musculaires à chaque valve, l'une anale grande, l'autre buccale petite. Ligament unique linéaire ; quelquefois des dents à la charnière ; souvent la région cardinale anale est prolongée, et la région buccale est pourvue d'une oreille. Les espèces vivantes sont des régions chaudes. Elles s'attachent par leur byssus aux coraux ou aux rochers, au-dessous du balancement des marées (*Voy.* notre Paléont. franç., t. 3, pour la circonscription rigoureuse du genre). Nous connaissons 293 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 799. G. *Posidonomya*, Bronn, 1837 (*Ambonychia*, Hall, 1847 ; *Posidomya*, Bronn, 1828). Ce sont des *Avicula* sans aile ni oreille, plus ou moins arrondies, convexes ou déprimées. Nous connaissons de ce genre perdu, 57 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien; le maximum à l'étage devonien ; les dernières de l'étage kimméridgien.

§ 800. G. *Gervilia*, Defrance, 1820. Avec tous les caractères organiques des avicules ce genre s'en distingue par sa forme plus allongée, par son test plus épais et surtout par son ligament divisé en segments placés chacun dans une fossette transverse d'une facette articulaire. Des dents obliques à la charnière. Toutes les espèces sont fossiles : nous en connaissons 24 : les premières de l'étage salifèrien; les dernières de l'étage sénonien.

§ 801. G. *Perna*, Bruguière, 1791 (*Perna crenatula*, Lam.). Analogue de forme avec les avicules, et pourvu de ligaments multiples comme les Gervillies, ce genre se distingue des premières par les fossettes transverses de la région cardinale, et des secondes par le manque de dents à la charnière. Les *Perna* sont des régions chaudes et vivent en groupe sur les rochers, au niveau des marées basses. Nous en connaissons 30 espèces fossiles : les premières de l'étage conchylien ; le maximum dans les mers actuelles.

§ 802. G. *Inoceramus*, Parkinson, 1811 (*Inoceramus*, *Mytiloïdes* et *Catillus*, Brongniart). Par le manque de charnière, par les fossettes transverses du ligament, ce genre se rapproche des *Gervilia* et des

Perna ; mais il se distingue des premières par le manque de charnière et des secondes par la facette du ligament dans un plan vertical par rapport à la ligne de séparation des deux valves, au lieu d'être parallèle ou légèrement oblique. Il s'en distingue encore, par son ligament, qui paraît avoir couvert, en entier, toute la facette. Nous connaissons,

Fig. 223. Inoceramus sulcatus.

Fig. 224. Inoceramus problematicus.

de ce genre perdu, 37 espèces : les premières de l'étage liasien ; le maximum et les dernières à l'étage sénonien (*fig.* 223, 224).

§ 803. 2e famille : PECTINIDÆ. Coquille libre et fixée par un byssus, ou adhérente au sol par sa contexture même ; inéquilatérale ; souvent pourvue d'oreillettes à la région cardinale. Une impression musculaire ovale transverse et placée à chaque valve du côté anal. Ligament interne placé dans une fossette du milieu de la région cardinale ; charnière sans dents. Souvent des côtes rayonnantes.

§ 804. G. *Pecten*, Gualtieri, 1742 (*Pecten, Pedum*, Lamarck). Coquille déprimée, subéquivalve, ornée de côtes rayonnantes ; dont la région cardinale, tronquée transversalement, est pourvue de deux oreillettes inégales ; l'oreillette buccale de la valve inférieure est échancrée pour le passage d'un byssus. Ligament formé de deux parties, l'une interne placée dans une fossette triangulaire du milieu de la région cardinale, l'autre externe, linéaire. Les espèces vivantes s'attachent aux rochers ou aux coraux. Nous en connaissons 414 fossiles : les premières de l'étage devonien; le maximum dans les mers actuelles.

§ 805. G. *Hinnites*, Defrance, 1821. Ce sont des *Pecten* libres dans le

jeune âge, dont la valve inférieure se fixe ensuite aux corps sous-marins. Nous en connaissons 22 espèces fossiles : les premières de l'étage conchylien ; le maximum à l'étage salifèrien. Peu d'espèces vivent aujourd'hui.

§ 806. G. *Janira*, Schumacher, 1817 (*Neithea*, Drouot, 1824). Ce genre se distingue des *Pecten*, dont il a les côtes et les oreilles, par les deux valves toujours très-inégales dans le sens inverse ; c'est-à-dire, qu'au lieu d'avoir la valve supérieure le plus bombée, c'est l'inférieure, tandis que la supérieure est plane. Cette disposition tient à leur manière de vivre. Les *Janira* ne sont plus fixées aux rochers par un byssus, elles vivent au contraire sur le sable, la valve convexe en dessous, comme les *Ostrea*. Nous en connaissons 46 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien ; le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 225).

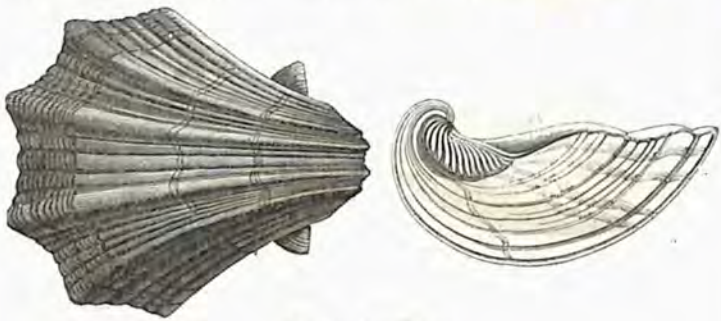


Fig. 225. Janira atava.

§ 807. G. *Spondylus*, Linné, 1758 (*Podopsis*, Lam.; *Dianchora*, Sow.;

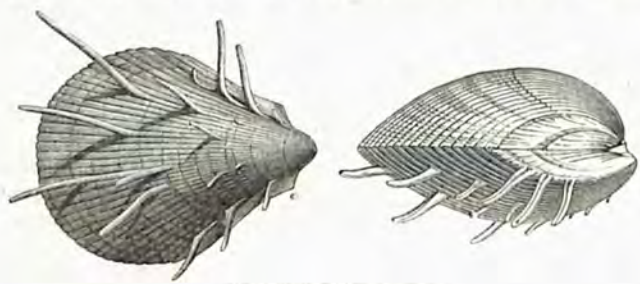


Fig. 226. Spondylus spinosus.

Pachytes, Defr.). Voisines des *Pecten* par leurs côtes rayonnantes et par

leur organisation, les Spondylus s'en distinguent par la coquille que sa nature même fixe aux rochers ; par le manque d'échancrure pour le passage d'un byssus ; par l'inégalité des deux valves, l'inférieure étant la plus grande, terminée par un talon, et surtout par la présence de dents très-caractérisées à la charnière. Les espèces vivantes sont des régions chaudes. Elles se tiennent sur les rochers ou sur les récifs des coraux, bien au-dessous du balancement des marées. Nous en connaissons 45 espèces fossiles : les premières de l'étage néocomien ; le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 226).

§ 796. G. *Plicatula*, Lamarck, 1809 (*Harpax*, Parkinson, 1811). Voisin des Spondylus, par ses caractères, ce genre s'en distingue par sa forme déprimée, par sa région cardinale plus étroite et sans oreilles, et surtout par les dents de la charnière, qui, au lieu d'être saillantes, élevées verticalement, sont allongées, disposées en triangle et prolongées dans l'intérieur des valves. Le ligament est seulement interne. Les espèces vivantes sont des régions chaudes et se tiennent sur les coraux ou les

Fig. 227. Plicatula placunea.

rochers. Nous en connaissons 43 espèces fossiles : les premières de l'étage saliférien (*fig.* 227).

§ 797. 3e famille : Chamacidæ. Coquille ronde, renflée, plus ou moins irrégulière, fixée par son test, très-inéquivalve, fermée, la valve toujours fixe, la plus grande souvent contournée. Deux impressions musculaires, ligament externe unique ; charnière pourvue d'une grosse dent cardinale bilobée sur chaque valve.

§ 798. G. *Chama*, Linné, 1758 (*Arcinella*, Schumacher). Les espèces vivantes sont des régions chaudes ; elles se tiennent fixées aux rochers, ou aux coraux, bien au-dessous du balancement des marées. Nous en connaissons 26 espèces fossiles : les premières de l'étage cénomanien ; le maximum à l'époque actuelle.

§ 799. G. *Diceras*, Lamarck, 1805. Ce genre ne diffère des *Chama* que par les dents de sa charnière plus grosses, et par ses valves contournées en spirale. Les trois espèces connues sont fossiles et de l'étage corallien (*fig.* 228)

§ 800. 4e famille : Ostracidæ. Coquille inéquilatérale, fixée par la matière calcaire de sa valve inférieure, ou par son muscle ; la valve fixe la plus grande. Une ou plusieurs attaches musculaires.

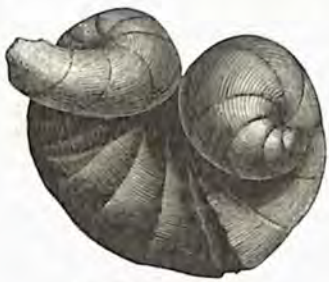


Fig. 228. Diceras arietina.

§ 801. G. *Ostrea*, Linné, 1758 ; (*Gryphæa*, Lam. *Exogyra* Say). Coquille prenant toutes les formes, fixée par sa valve inférieure, qui se modifie suivant les lieux et les corps sur lesquels elle adhère. Son crochet est droit, recourbé ou contourné latéralement. Comme nous l'avons établi (*Pa-*

Fig. 229. Ostrea arcuata.

Fig. 230. Ostrea dilatata.

léont. franç., terr. crét., III, p. 692), il ne reste aucun caractère constant aux genres *Gryphæa* et *Exogyra*, puisque beaucoup des espèces de ces groupes sont des *huîtres* dans leur jeunesse, et que beaucoup d'espèces d'huitres prennent accidentellement les caractères de l'un et de l'autre : ainsi nous croyons devoir les réunir au G. *Ostrea*. Les espèces vivantes se fixent aux rochers ou aux coraux, par toutes les profondeurs. La grande variation de formes d'une même espèce rend les applications géologiques très-difficiles. Nous en connaissons 205 espèces fossiles : les premières de

Fig. 231. Ostrea Marshii.

l'étage permien; le maximum à l'époque actuelle (*fig.* 229 à 237).

§ 802 G. *Anomya*, Linné, 1758. Coquille déprimée, arrondie, dont la

Fig. 232. Ostrea vulgula.

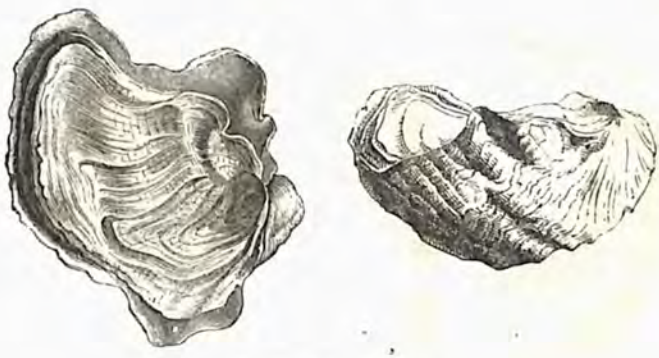


Fig. 233. Ostrea Coulonı.

Fig. 234. Ostrea aquila.

valve supérieure est un peu convexe, libre, la valve inférieure percée, près de la charnière, d'un trou ou d'une échancrure, fermée

par un opercule testacé fixé aux corps sous-marins. Trois impressions musculaires à la valve supérieure, et une seule à l'autre, la seconde étant sur l'opercule. Les espèces vivantes s'attachent aux coquilles ou aux rochers, au niveau et au-dessous des marées. Nous en connaissons 33 espèces fossiles : les premières de l'étage bathonien ; le maximum dans les mers actuelles.

Fig. 235. Ostrea columba.

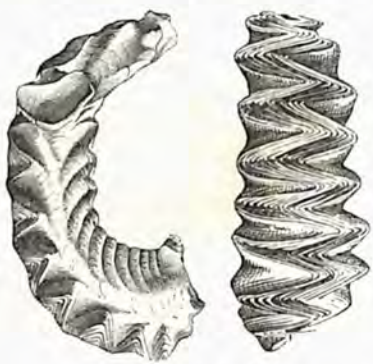


Fig. 236. Ostrea larva.

Fig. 237. Ostrea edulis.

§ 803. G. *Pulvinites*, Defrance, 1826. Comme nous l'avons découvert, les *Pulvinites* sont des coquilles pourvues d'une ouverture ronde à la valve inférieure, comme les *Anomya*, mais sans opercule, et dont le ligament intérieur, ainsi que celui des *Perna*, est multiple, divisé en fossettes transverses sur une facette en croissant, de l'intérieur de la région cardinale, en dedans du bord. Nous en connaissons 2 espèces : une de l'étage corallien, l'autre de l'étage sénonien.

Résumé géologique sur les Lamellibranches.

§ 804. **Comparaison générale.** La répartition des genres et des es-

pèces de Lamellibranches à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, démontre, par le résumé contenu dans notre tableau n° 8, que cette division des mollusques s'est montrée déjà nombreuse avec le commencement du monde animé, et qu'elle a toujours été en progression croissante jusqu'à l'époque actuelle. Ici, comme pour les gastéropodes (§ 278) les genres qui restent en arrière, dans cette marche toujours croissante, sont loin d'être aussi nombreux que ceux qui persistent ; ainsi, c'est encore la série animale qui montre le plus de régularité dans la multiplicité des formes de plus en plus grande, en remontant des âges les plus anciens jusqu'à notre époque.

§ 805. **Comparaison des ordres entre eux.** Avant de pousser plus loin, nous allons comparer les ordres pour nous assurer si les diverses séries de Lamellibranches sont réparties d'une manière uniforme.

Les *Orthoconques sinupalléales*, dont dépendent la *Clovis* (Venus), le *Solen*, ont montré déjà quatre genres avec l'étage silurien, le premier des âges animés. De là, sans interruption, leurs genres vont en augmentant de nombre jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont à leur maximum de développement. Cette série a donc augmenté progressivement ses formes d'une manière régulière, et elle est encore en pleine voie croissante de développement générique.

Les *Orthoconques intégropalléales*, dont dépend l'*Anodonte* ou la *moule des étangs*, ont offert cinq genres avec la première animalisation du globe, à l'étage silurien. Ils ont suivi, après, la même marche croissante que l'ordre précédent et avec la même régularité jusqu'à l'époque actuelle où ils sont à leur maximum de développement générique. Ils sont donc toujours en voie croissante.

Les *Pleuroconques*, dont dépend l'*huître* comestible, offrent deux genres avec l'étage silurien, la première des zones animées ; et, comme les deux autres ordres, ils vont en progression croissante régulière de nombre de genres jusqu'à l'époque actuelle, où ils atteignent leur maximum de développement.

Il résulte de l'examen qui précède, que bien qu'ils soient à des degrés très différents de perfectionnement dans leurs caractères, les trois ordres de lamellibranches ont suivi une marche identiquement parallèle, dans le développement toujours croissant de leurs formes génériques, jusqu'à notre époque, où ils sont plus nombreux qu'ils ne l'ont jamais été.

§ 806. **Déductions zoologiques générales** (voyez le tableau n° 8). Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux ordres, les genres de Lamellibranches mènent nécessairement encore aux mêmes conclusions. Ils montrent 11 genres avec l'étage silurien, le premier de l'animalisation du globe ; 23 genres dans les terrains paléozoïques ; 27 dans les terrains triasiques ; 52 dans les terrains jurassiques ; 59 dans

les terrains crétacés ; 67 dans les terrains tertiaires, tandis qu'on en compte plus de 75 dans les mers actuelles ; ainsi nul doute que, soit d'après les ordres, soit dans leur ensemble, les genres de Lamellibranches se sont, depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, toujours augmentés d'une manière régulière.

§ 807. **Déductions climatologiques comparées.** Nous pouvons ici répéter la même conclusion que pour les autres séries animales (§ 242) : c'est que la distribution climatologique ancienne, même jusqu'à l'époque qui nous a précédés sur le globe, ne suit, en aucune manière, la répartition actuelle. Ainsi dans nos mers, les genres *Avicula*, *Perna*, *Plicatula*, *Crassatella*, *Capsa*, *Aspergillum*, etc., sont spéciaux seulement aux régions tropicales, tandis que nous les trouvons dans les couches géologiques, même les plus rapprochées de nous, dans toutes les parties de l'Europe, jusque très-loin vers le Nord. Encore ici une preuve que, par suite de la chaleur centrale, le globe terrestre conservait assez de chaleur propre pour neutraliser tout à fait l'action des zones isothermes de température.

§ 808. **Déductions géographiques comparées.** Les genres *Trigonia*, *Tridacna* et *Corbis*, par exemple, se trouvent aujourd'hui exclusivement dans les régions chaudes du Grand Océan, en Océanie et dans l'Inde. On rencontre fossiles des *Trigonia* en Amérique, en Afrique et dans toute l'Europe ; des *Corbis*, dans toutes les parties de l'Europe ; des *Tridacna*, en Pologne. On voit, dès lors, que la distribution géographique ancienne des Lamellibranches, comparée à leur distribution actuelle, montre qu'il n'y a aucun rapport. Ainsi la distribution actuelle est toute spéciale à notre époque, et ne se rattache nullement à des questions générales de cantonnement ancien et persistant à la surface du globe.

Nous ajouterons ici une comparaison qui tient aux habitudes et à l'organisation des Mollusques. Nous voulons parler des genres spéciaux à l'eau douce (voyez tableau n° 6), comme les *Unio*, les *Anodontes ;* nous dirons encore, ainsi qu'aux gastéropodes, qu'à l'exception des *Cyclas*, dont une partie est marine, et de quelques *Unio*, propres à l'étage néocomien, tous les autres genres commencent avec le premier étage tertiaire.

§ 809. **Déductions géologiques tirées des genres.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont on ne peut plus tranchés pour ces mollusques lamellibranches. En effet, à l'exception des 7 genres qui traversent tous les étages, les 92 autres de notre tableau n° 8, étant limités dans leurs étages, peuvent être appliqués comme caractères négatifs, pour les terrains ou les étages, soit supérieurs, soit inférieurs, où ils ne se sont pas encore rencontrés. Ainsi 66 genres peuvent servir de caractères négatifs pour les terrains paléozoïques où ils manquent, et il

en est de même pour tous les autres, comme le tableau le démontrera.

Les *caractères stratigraphiques positifs* (§ 245) sont très-marqués pour les Lamellibranches suivant l'extension qu'ils occupent dans les étages géologiques ; ils le sont d'autant plus qu'à l'exception de 7, les 92 autres sont limités dans leurs étages et peuvent servir de caractères positifs pour les étages où ils se trouvent, et cela d'autant mieux que, parmi eux, 25 n'arrivent pas jusqu'à nous et sont perdus pour l'époque actuelle.

La persistance des caractères positifs (§ 246) est très-marquée dans cette série animale, comme on peut le voir pour les genres *Avicula*, *Lucina*, *Mitylus*, *Pecten*, *Lima*, *Plicatula*, *Venus*, *Spondylus*, *Chama*, *Amphidesma*, etc., etc.

§ 810. Pour les **Déductions géologiques tirées des espèces** (§ 247), nous pouvons dire, qu'à très-peu d'exceptions près, comme on pourra le voir dans notre *Prodrome de Paléontologie universelle*, les 5301 espèces que nous y citons sont caractéristiques de leurs étages et peuvent les faire reconnaître sous les diverses formes minéralogiques qu'ils montreront suivant les lieux.

IVe Classe. MOLLUSQUES BRACHIOPODES. Duméril.

§ 811. Moins parfaits encore, dans leur organisation, que les Lamellibranches, avec lesquels ils partagent le caractère négatif de manquer de tête, des organes de la vision et de ceux de l'audition, les Brachiopodes sont privés de tout moyen de locomotion. Libres en effet, ou fixées soit par un muscle extérieur soit par leur coquille même, leurs espèces ne peuvent en aucune manière changer de place. Nous avons vu les Pleuroconques n'avoir plus comme les autres Lamellibranches, les lobes du manteau et les autres parties paires divisibles suivant une ligne verticale (§ 783), et présenter, au contraire, ces parties suivant une ligne horizontale, bien que la bouche soit d'un côté et l'anus de l'autre. Chez les Brachiopodes l'ensemble change tout à fait de position. Si toutes les parties paires sont divisibles suivant une ligne verticale, comme chez les Orthoconques, les lobes du manteau se séparent suivant une ligne horizontale, comme chez les Pleuroconques ; mais alors, il y a toujours une différence importante avec cette dernière série : c'est que la bouche est au milieu sur la ligne médiane, et que toutes les autres parties sont placées parallèlement et symétriquement par rapport à cette ligne.

§ 812. Les Brachiopodes ont les organes de la respiration à l'intérieur, et dans la paroi même d'un vaste manteau, formés par des vaisseaux dont les dernières ramifications se perdent dans les cils ou dans les cirrhes du bord épaissi de ce manteau qui correspondent aux bords de la coquille. Au milieu est un très-petit corps, muni ou non de bras libres

ou fixes, garnis de cils destinés à retenir les particules alimentaires et à les rapprocher de la bouche placée au-dessous. Les recherches auxquelles nous nous sommes livré sur les Brachiopodes (*Ann. des sc. nat.*, 1847) nous ont prouvé qu'il existait des genres avec et sans bras ; que les bras sont entièrement libres, susceptibles de saillir en dehors de la coquille, qu'ils soient soutenus ou non par une apophyse testacée arquée intérieure de la coquille ; que ces bras, sont fixés et ne peuvent plus sortir de la coquille : car ils sont soutenus par des charpentes testacées ou cartilagineuses qui les empêchent de s'étendre, et qui se montrent sur les genres perdus ; aussi, dans presque toutes les circonstances peut-on, sur les nombreux Brachiopodes enfouis dans les couches terrestres, reconnaître, à la disposition des apophyses ou des autres saillies testacées intérieures de leurs coquilles, s'ils avaient des bras, quelle était la nature de ces bras, et s'ils appartenaient aux genres encore existants, ou bien s'ils doivent constituer de nouvelles coupes génériques.

§ 813. L'étude du manteau et de ses bords, sur l'ensemble des genres, nous a fait encore observer, en procédant du connu à l'inconnu, que cet organe simplement cilié sur ses bords, chez les coquilles térébratuliformes, prend un développement d'autant plus grand que les bras deviennent plus incomplets, et que, chez les genres qui manquent de bras, il devient l'organe le plus compliqué et celui qui occupe le plus de place dans l'ensemble. Il est, avons-nous dit, le siége de la respiration ; on lui doit les perforations à peine visibles du test des Térébratules qui, chez les genres sans bras, forment quelquefois ces canaux si compliqués et si remarquables de la matière testacée. Les ramifications que les bords du manteau laissent sur la coquille des Térébratules, plus marquées chez les Crania, nous amènent graduellement vers ces immenses ramifications des bords de la coquille des Radiolites et, enfin, aux cirrhes charnus qui pénètrent dans les canaux intérieurs de la coquille des Hippurites. Là encore, l'étude comparative des organes chez les êtres vivants et fossiles, et des traces qu'ils laissent sur les parties solides, nous amène à définir les formes zoologiques des genres perdus, et à restaurer pour ainsi dire, cette nature morte des temps passés.

§ 814. L'animal des Brachiopodes est libre ou fixe. Lorsqu'il est libre, tous les muscles sont à l'intérieur de la coquille ; lorsqu'il est fixe, il sort, par une ouverture de la coquille, un faisceau de muscles au moyen duquel l'animal adhère aux corps sous-marins. Ces muscles extérieurs saillent sur des points différents, suivant les modifications de forme des coquilles, et constituent ou non un pédicule court ou allongé. La présence ou l'absence des muscles extérieurs sert de limite entre les animaux libres et les animaux fixes ; et, dès lors, elle influe sur la station normale des êtres. Nous ne lui accordons qu'une valeur secondaire dans

la classification ; nous pensons néanmoins qu'elle donne un excellent caractère générique, encore en rapport avec les autres organes, et qu'en l'étudiant comparativement chez les genres vivants et fossiles, cet organe sert parfaitement à les identifier.

§ 815. La coquille des Brachiopodes que, d'après la perforation, nous considérons comme une partie intégrante de l'animal, se divise toujours, qu'elle soit ou non symétrique, en deux valves inégales : l'une (*a*, *fig.* 238 A), plus longue, fixe ou libre, ou percée par le muscle, toujours

Fig. 238. Rhynchonella sulcata.

plus grande ; l'autre (*b*), jamais percée, operculiforme ou plus ou moins bombée. Comparativement à ce que nous avons dit d'une coquille de Lamellibranches (§ 678) et conservant l'unité de terminologie pour tous les Mollusques, nous appelons crochet le commencement de chaque valve : ainsi l'on peut dire le *crochet de la grande valve* (*c*, *fig.* 238 A B), le *crochet de la petite valve* (*d*) ; la partie opposée au crochet sera la *région palléale* (*f*). La partie où les deux crochets s'articulent sera désignée comme *région cardinale* (*g*, *fig.* 246). On appelle *commissure palléale* la ligne que forme la jonction des deux valves, vues de face (*h*, *fig.* C) et *commissure latérale de, d à f*, *fig.* A) cette même ligne, formée par la réunion des côtés des valves vues de profil. Lorsqu'il y a, entre le crochet de la grande valve et de la petite valve, une distance aplatie en méplat, on la nomme *area* (*ee*, *fig.* 244, 246, 250, 253). Lorsque la grande valve est percée, on appelle ce trou *ouverture* (*kk*, *fig.* 246 249), quelle qu'en soit la forme Lorsque entre l'ouverture et le crochet de la petite valve il y a une ou deux petites pièces anguleuses, on les nomme *deltid um* (*m*, *fig.* 250).

Les parties intérieures des valves ont aussi besoin d'être connues pour qu'on puisse se rendre compte de leur position. On nomme encore *charnière* les saillies d'engrenage qui unissent une valve à l'autre (*nn*, *fig* 253). Les apophyses intérieures variables qui portent les bras, se-

ront désignées comme *apophyses brachiales*. Libres ou non dans l'intérieur des valves, elles partent toujours du crochet de la petite valve. Nous nous servirons également du nom de *limbe* pour désigner le bord épaissi de l'intérieur des valves (*rr*, *fig.* 253 et 255).

D'après des considérations que nous avons données ailleurs (*Annales des sc. nat.*, 1847, et à la fin des Brachiopodes de la *Paléontologie française, terrains crétacés*, t. 4), et après nouvelle discussion des caractères zoologiques de tous les genres, nous avons proposé, pour les Brachiopodes, la classification que nous adoptons ici.

1er Ordre. BRACHIOPODES BRACHIDÉS (*Brachidæ*).

§ 816. *Animal* toujours formé de parties paires symétriques, *pourvu de bras* libres ou fixes, garnis de cils ; les bords du manteau peu développés, pourvus de cils courts. *Coquille* symétrique, souvent térébratuliforme, formée de parties paires, de deux valves peu inégales, pourvue, presque toujours dans l'intérieur, d'apophyses brachiales ; limbe rarement épaissi et ramifié. Type la *Térébratule* (*Terebratula*) (1).

Nous le divisons en deux sous-ordres : les *Brachidæ propres* et les *Semibrachidæ*, suivant que les bras sont susceptibles ou non d'extension, qu'ils sont libres ou fixes. Toutes les espèces sont marines et vivent dans les grandes profondeurs des mers.

§ 817. 1er Sous-ordre. BRACHIDÉS PROPRES, d'Orb. Bras charnus, libres sur toute leur longueur, et très-extensibles, portés ou non sur des apophyses brachiales ; coquille variable, renflée ou déprimée, rarement de contexture perforée.

§ 818. 1re famille : LINGULIDÆ. Coquille mince, déprimée, de contexture cornée, ayant ses valves entières, sans apophyse brachiale, et sans charnière; le muscle d'attache passant entre les deux crochets.

Fig. 239. Lingula Lowisii.

§ 819. G. *Lingula*, Bruguière, 1791. Coquille ovale, déprimée, un peu inéquivalve, à crochets latéraux, sous lesquels, à la partie interne, est une rainure profonde pour le muscle extérieur. Les espèces vivantes s'enfoncent dans le sable fin des mers chaudes. Nous connaissons 43 espèces fossiles : les premières et le maximum avec l'étage silurien (Fig. 239).

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau no 9 ; pour les noms, la synonymie et la répartition de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléon-*

§ 820. G. *Obolus*, Eichwald, 1829 (*Ungula*, Pander, 1830). Avec tous les caractères des Lingules, ce genre s'en distingue parce qu'une seule valve est pourvue, en dedans du crochet, d'une rainure pour le passage du muscle. Nous n'en connaissons qu'une espèce, fossile dans l'étage silurien.

§ 821. 2e famille : Calceolidæ. Coquille épaisse, de contexture fibreuse, dont une valve est grande, conique, l'autre petite, operculaire, sans apophyses brachiales, sans charnière, sans ouverture pour un muscle extérieur. Cette famille ne contient que le genre *Calceola*, Lamarck, 1801, caractérisé par l'énorme area de la grande valve, sans deltidium. On connait de ce genre perdu 2 espèces fossiles : l'une de l'étage devonien, l'autre de l'étage carbonifèrien.

§ 822. 3e famille : Productidæ. Coquille libre, de contexture fibreuse *souvent perforée de tubes*, sans apophyses brachiales, munies d'une charnière, mais dépourvues d'*ouverture* pour un muscle externe ; les deux valves inégales, portant ou non une *area*. Leur station normale paraît avoir été la valve bombée en dessous, forme appropriée pour vivre sur les sédiments fins où l'on rencontre les genres tous perdus et fossiles.

§ 823. G. *Productus*, Sowerby, 1812 (*Leptænolosia*, King). Coquille ovale, transverse, formée d'une valve inférieure bombée, et d'une valve supérieure concave, embrassée par l'autre, dont elle suit la courbure ; area nulle ou presque nulle ; des tubes épars sur la valve bombée. Nous en connaissons 53 espèces fossiles : les premières de l'étage murchisonien, le maximum à l'étage carbonifèrien ; les dernières de l'étage saliférien (Fig. 240).

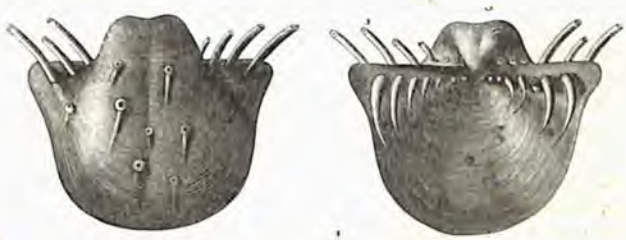


Fig. 240. Productus horridus.

§ 824. G. *Chonetes*, Fischer, 1837. Ce genre, très-voisin du *Productus*

zoologie stratigraphique universelle ; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains crétacés, notre *Paléontologie française*, t. 4.

par sa forme et sa station normale, s'en distingue par la présence d'une area, par les tubes placés seulement sur la région cardinale de la grande valve. On connaît de ce genre perdu 24 espèces : des premières de l'étage murchisonien, le maximum à l'étage carbonifèrien, les dernières de l'étage permien (Fig. 241).

Fig. 241. Chonetes Dalmaniana.

§ 825. G. *Leptæna*, Dalman, 1828. Les valves de ces coquilles ne sont plus coudées et embrassantes; la contexture en est fibreuse, non tubuleuse, ni perforée. Nous réunissons dans ce genre les *Orthis* et les *Leptæna* des auteurs, dont la grande valve n'a pas d'ouverture pour le passage d'un muscle, que la petite valve soit bombée ou concave. Nous connaissons de ce genre perdu 102 espèces : les premières et le maximum de l'étage silurien ; les dernières certaines de l'étage carbonifèrien (Fig. 242).

Fig. 242. Leptæna lepis.

§ 826. 4e famille : ORTHISIDÆ. Coquille libre, déprimée, de *contexture fibreuse*, sans tubes, sans apophyses brachiales, munie d'une charnière et d'une *ouverture* à la grande valve, pour le passage d'un muscle extérieur ; les deux valves pourvues d'area. Tous les genres sont perdus.

§ 827. G. *Strophomena*, Rafinesque, 1827 (*Leptagonia*, M'Coy, 1844). Avec la forme extérieure des *Leptæna*, ce genre s'en distingue par une ouverture ronde placée au sommet de la grande valve, sans entamer l'area. Nous connaissons de ce genre perdu 7 espèces : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage murchisonien ; les dernières de l'étage carbonifèrien.

§ 828. G. *Orthisina*, d'Orb., 1847. Sous ce nom, nous classons les *Orthis* qui ont une ouverture ronde placée au-dessous de la grande valve, au milieu d'un deltidium triangulaire qui occupe toute la largeur

de l'area. Les 3 espèces sont fossiles, de l'étage silurien (Fig. 243).

§ 829. G. *Orthis*, Dalman, 1827. (*Trigonotreta*, Konig). Nous ne conservons dans le genre que les espèces à valves bombées ou concaves, pourvues d'une ouverture triangulaire, occupant toute la largeur de l'area, et sans deltidium. Nous connaissons de ce genre perdu, 95 espèces : les premières et le maximum à l'étage silurien, les dernières de l'étage permien (Fig. 244).

Fig. 243. Orthisina Verneuili.

Fig. 244. Orthis rustica.

§ 830. 5e famille : Rhynchonellidæ. Coquille libre, bombée, de contexture fibreuse, pourvue, dans l'intérieur, d'*apophyses brachiales* libres, destinées à soutenir des bras libres ; une charnière ; une *ouverture* à la grande valve pour le passage d'un muscle extérieur, avec ou sans area. Leur station normale, obligée par le muscle, est la grande valve en dessus.

§ 831. G. *Hemithiris*, d'Orb., 1847. Coquille bombée, sans area ni deltidium, pourvue d'une ouverture ronde contiguë à la charnière ; le sommet de la grande valve entier. L'espèce vivante est des mers froides et se tient à de grandes profondeurs. Nous en connaissons 20 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage murchisonien.

§ 832. G. *Rhynchonella*, Fischer, 1809 (*Hypothiris*, Phillips ; *Cyclothiris*, M'Coy, 1844). Coquille bombée, sans area, pourvue d'un deltidium double, qui enveloppe et sépare de la charnière une ouverture ronde, bordée d'un bourrelet, placée sous le crochet entier de la grande valve. Toutes les espèces sont fossiles, la plupart ornées de côtes rayonnantes. Nous en connaissons 105 : les premières de l'étage devonien ; le maximum à l'étage oxfordien ; les dernières à l'étage danien (Fig 238).

§ 833. G. *Strigocephalus*, Defrance, 1827. Coquille munie d'une *area* et d'un *deltidium* simple, dans lequel est percée une ouverture ronde, sans bourrelet, placée sous le crochet entier de la grande valve. Les 2 espèces connues sont fossiles, de l'étage devonien.

§ 834. G. *Porambonites*, Pander. Coquille munie d'une étroite *area* et d'une ouverture percée au sommet du crochet de la grande valve ; deux lames divergentes à chaque valve, en dedans des crochets. Les 4 espèces connues sont fossiles de l'étage silurien.

§ 835. 6e famille : Unciidæ. Coquille libre, bombée, de contexture fibreuse, pourvue dans l'intérieur de la petite valve d'*apophyses bra-*

chiales; une charnière ; point d'*ouverture* à la grande valve, pour le passage d'un muscle extérieur ; point d'area. La station normale déduite de la forme devait être la grande valve en dessous, pour vivre sur les sédiments.

§ 836. G. *Uncites*, Defrance, 1828. Coquilles pourvues, à la grande valve, d'un crochet saillant, détaché de la petite valve, et creusé en dessous On n'en connait qu'une seule espèce fossile de l'étage devonien.

§ 837. G. *Atrypa*, Dalman, 1828. Coquille pourvue, à la grande valve, d'un crochet contourné sur lui-même, les apophyses brachiales libres dans la petite valve. Ce sont des *Rhynchonella* sans ouverture. Nous connaissons de ce genre perdu 188 espèces : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage murchisonien ; les dernières de l'étage permien.

§ 838. G. *Pentamerus*, Sowerby, 1813. Coquille pourvue, à la grande valve, d'un crochet contourné sur lui-même ; les apophyses brachiales réunies, au fond de la petite valve, par des lames verticales qui occupent aussi l'intérieur de la grande valve. Ce sont des *Rhynchonella* sans ouverture et pourvues de lames intérieures. Nous connaissons de ce genre perdu, 21 espèces : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage murchisonien ; les dernières à l'étage devonien (Fig. 245).

Fig 245. Pentamerus Knightii.

§ 839. 2e Sous-ordre. SEMI-BRACHIDÉS, d'Orb. Bras charnus ou soutenus par une charpente osseuse, toujours fixe, non extensible ; coquille variable, de contexture souvent perforée.

§ 840. 1re famille : SPIRIFERIDÆ. Bras fixes, soutenus par une charpente osseuse, contournée en spirale ; coquille libre, térébratuliforme, bombée, de contexture presque toujours fibreuse ; une charnière ; le plus souvent une *ouverture* pour le passage d'un muscle extérieur. Les genres sont tous perdus antérieurement aux terrains crétacés.

§ 841. G. *Cyrthia*, Dalman, 1828. Coquille sans ouverture pour le passage d'un muscle, une area, un deltidium. Bras spiraux, à cône latéral. Nous en connaissons 7 espèces : la première, de l'étage murchisonien ;

le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, de l'étage salifèrien.

§ 842. G. *Spirifer*, Sow., 1820. Coquille transverse, pourvue d'une *ouverture* triangulaire, simple, occupant toute la largeur d'une *area* de la grande valve, et échancrant un peu l'autre, dès lors contiguë à la charnière ; point de *deltidium* ; test de contexture fibreuse ; bras spiraux à cône latéral. Nous en connaissons actuellement 178 espèces fossiles : les premières, de l'étage silurien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, de l'étage salifèrien (Fig. 246).

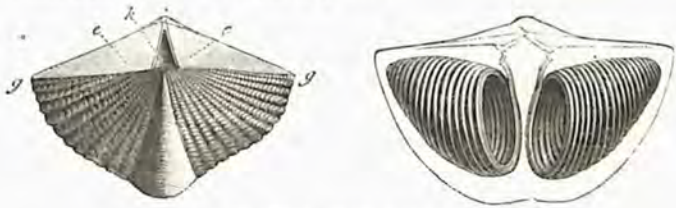


Fig. 246. Spirifer hystericus.

§ 843. G. *Spiriferina*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Spirifer* courts dont l'ouverture triangulaire est bordée d'un bourrelet et n'occupe que la grande valve, sans échancrer la petite et dont le test est de contexture perforée au lieu d'être fibreux. Nous connaissons de ce genre 11 espèces : les premières et le maximum, à l'étage sinémurien ; les dernières, à l'étage toarcien.

§ 844. G. *Spirigerina*, d'Orb., 1847. Coquille térébratuliforme pourvue d'une *ouverture* ronde, séparée de la charnière, placée sous le crochet

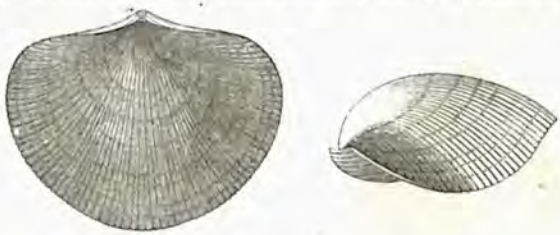


Fig. 247. Spirigerina reticularis.

de la grande valve, au milieu d'un *deltidium* et d'une *area* ; test de contexture fibreuse ; bras spiraux à cône vertical, dont le sommet est inférieur. Nous connaissons de ce genre perdu 17 espèces : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum et les dernières, de l'étage devonien (Fig. 247).

§ 845. G. *Spirigera*, d'Orb., 1847. Coquille térébratuliforme, pourvue d'une *ouverture* ronde, placée à l'extrémité du crochet de la grande valve, sans *deltidium* ni *area* ; test de contexture fibreuse ; bras spiraux à cône latéral. Nous connaissons de ce genre perdu 35 espèces : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, de l'étage saliférien (Fig. 248.)

Fig. 248. Spirigera Ezquerra.

§ 846. 2e famille : MAGASIDÆ. Bras fixes, coudés, soutenus par une charpente osseuse en anse; coquille libre, bombée, térébratuliforme, de contexture perforée ; une charnière ; une ouverture contiguë à la charnière ; point de *deltidium*.

§ 847. G. *Magas*, Sowerby, 1816. Coquille dont la grande valve est bombée, à crochet entier et sans oreilles, pourvue d'une ouverture allongée ; une lame médiane verticale en dedans, à la petite valve operculaire supportant les anses de l'apophyse brachiale. La seule espèce connue est fossile de l'étage sénonien.

§ 848. G. *Terebratulina*, d'Orb., 1847. Coquille déprimée, les deux valves bombées, pourvue d'oreilles à la région cardinale ; crochet tronqué obliquement par une ouverture ronde; sans lame médiane interne. Les espèces vivantes sont des grandes profondeurs de la Méditerranée. On en connaît 18 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage sénonien.

§ 849. 3e famille : TEREBRATULIDÆ. Bras fixes, coudés, soutenus par une charpente osseuse en anse. Coquille libre, bombée, de contexture perforée ; une charnière ; une ouverture placée à l'extrémité du crochet de la grande valve, séparée de la charnière par un *deltidium*.

Fig. 249. Terebratula diphya (1).

§ 850. G. *Terebratula*, Lwyd, 1699. Coquille ovale, bombée, sans *area* ; *ouverture* ronde entamant plus le crochet que le *deltidium* ; celui-ci en deux pièces. Les espèces vivantes sont de toutes les régions, et se tiennent dans les mers profondes, bien au-dessous du balancement des marées. On en connaît 160 espèces fossiles : les premières, de l'étage murchisonien (Fig. 249).

(1) *A*. Empreintes intérieures des ramifications branchiales du manteau.

§ 851. G. *Terebratella*, d'Orb., 1847. Coquille ovale ou transverse, déprimée, pourvue d'une *area ; ouverture* ronde, entamant plus le deltidium que le crochet ; deltidium en deux pièces. Les espèces vivantes sont des régions chaudes et tempérées des mers profondes. On en con-

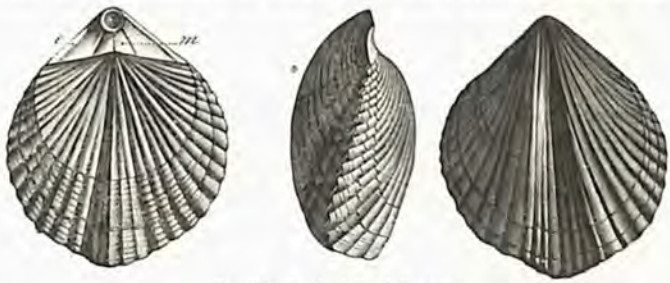


Fig. 250. Terebratella Astieriana.

naît 29 espèces fossiles : les premières, de l'étage sinémurien ; le maximum, à l'étage corallien (Fig. 250).

§ 852. G. *Terebrirostra*, d'Orb., 1847. Coquille allongée, pourvue d'une longue *area* ; *ouverture* ronde entamant le crochet et le deltidium ; *deltidium* d'une seule pièce. Toutes les espèces sont fossiles. On en connaît 4 : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum et les dernières, à l'étage cénomanien.

§ 853. G. *Fissirostra*, d'Orb., 1847. Coquille ovale, pourvue d'une large *area*, *ouverture* allongée n'entamant que la partie externe du crochet, sans toucher au deltidium d'une seule pièce. Les 4 espèces connues sont fossiles de l'étage sénonien.

§ 854. 4e famille : Orbiculidæ. Bras fixes, charnus, sans charpente osseuse ; coquille de contexture cornée ou perforée, sans charnière, sans area, sans deltidium, dont une valve inférieure est plane ou bombée, percée d'une ouverture, et l'autre conique entière.

Fig. 251. Siphonotreta verrucosa.

§ 855. G. *Siphonotreta*, Verneuil, 1842. Coquille de contexture perforée, dont la valve inférieure convexe est pourvue, à son crochet, d'une ouverture. Les 2 espèces connues sont fossiles de l'étage silurien (Fig. 251).

§ 856. G. *Orbicella*, d'Orb., 1847. Coquille de contexture perforée, dont la valve inférieure convexe est pourvue d'une ouverture latérale au crochet. Toutes les espèces sont fossiles ; nous en connaissons 14 : les premières et le maximum à l'étage silurien ; les dernières, à l'étage murchisonien.

§ 857. G. *Orbiculoidea*, d'Orb., 1847. Coquille de contexture cornée, non perforée, dont la valve inférieure concave est pourvue d'une ouverture latérale au crochet pour le passage d'un pédicule simple. Nous connaissons de ce genre perdu, 27 espèces fossiles : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage carbonifèrien ; les dernières, de l'étage néocomien.

§ 858. G. *Orbicula*, Cuvier, 1798. Coquille de contexture cornée, non perforée, dont la valve inférieure plane est pourvue d'une ouverture latérale au crochet, pour le passage d'un muscle non pédiculé, qui occupe encore une surface externe de cette valve. Les espèces vivantes sont des régions chaudes et tempérées et se fixent aux pierres. On en connaît 2 espèces fossiles de l'étage falunien.

§ 859. 5e famille : Cranidæ, qui ne contient que le genre *Crania*, Retzius, 1781, ainsi caractérisé : Bras fixes, charnus, sans charpente osseuse; coquille irrégulière, de contexture perforée, dépourvue d'area, de deltidium et d'ouverture extérieure, dont la valve inférieure est fixe par sa matière même, l'autre conique, libre. Les espèces vivantes sont des régions chaudes et tempérées, mais se tiennent à de grandes pro-

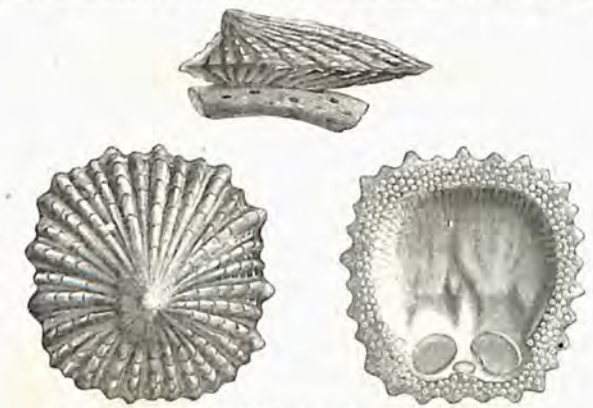


Fig. 252. Crania Ignabergensis.

fondeurs dans les mers. On en connaît 29 espèces fossiles : les premières, de l'étage silurien ; le maximum, à l'étage sénonien (Fig. 252).

2e Ordre. BRACHIOPODES CIRRHIDÉS (*Cirrhidæ*).

§ 860. *Animal* irrégulier, le plus souvent sans parties paires ni symétrie, *sans bras*, les bords du manteau très-développés et pourvus de cirrhes allongés. *Coquille* très-rarement symétrique et térébratuliforme.

formée de parties irrégulières, de deux valves très-inégales, n'ayant jamais dans l'intérieur d'apophyses brachiales; limbe toujours épaissi, ramifié ou canaliculé.

§ 861. 1re famille : Thecidæ. Coquille et animal réguliers avec des parties paires; test de contexture perforée, quelquefois térébratuliforme, avec une charnière; dans l'intérieur, un appareil très-compliqué qui découpe le manteau en lobe; des ramifications au limbe épaissi. Les genres qu'on rencontre encore vivants se tiennent dans les grandes profondeurs des mers chaudes et tempérées.

§ 862. G. *Megathiris*, d'Orb., 1847. Coquille térébratuliforme, libre, pourvue d'une area au milieu de laquelle est une large ouverture ronde pour le passage d'un muscle; dans l'intérieur de la petite valve, trois apophyses verticales très-saillantes dont une médiane et deux latérales. On en connaît 6 espèces fossiles : les premières, à l'étage sénonien ; le maximum a lieu dans les mers actuelles.

§ 863. G. *Thecidea*, Defrance, 1828. Coquille souvent irrégulière, fixe par le crochet de la valve inférieure très-grande, pourvue d'une *area*, mais sans ouverture pour le passage d'un muscle; dans l'intérieur de

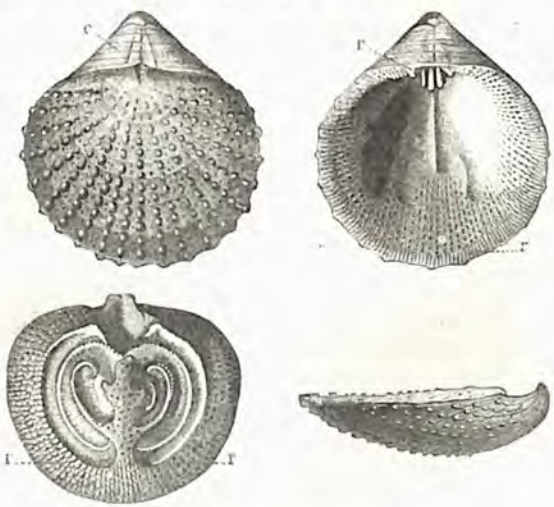


Fig. 253. Thecidea papillata.

la petite valve operculiforme, on voit, au-dessus d'une petite cavité, un système apophysaire d'une seule pièce, creusé de 2 à 6 sinus latéraux

digités. On en connait 16 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage sénonien ; les quelques espèces vivantes sont des grandes profondeurs des mers (Fig. 253).

Fig 254. Hippurites Toucasiana.

§ 864. 2e famille : Caprinidæ. Coquille irrégulière sans parties paires; pourvue, dans l'intérieur, de canaux ramifiés ou non, qui perforent la substance même, en partant du limbe. Valves très-inégales. Les genres ne se trouvent que fossiles, dans les terrains crétacés.

§ 865. G. *Hippurites*, Lamarck, 1801. Coquille irrégulière dont la valve inférieure est conique, fixe, sans canaux, et la valve supérieure operculaire, pourvue de canaux intérieurs ramifiés, qui partent du bord et communiquent au dehors par de nombreuses ouvertures de la partie supérieure. Nous connaissons de ce genre perdu, 12 espèces : les premières et le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, de l'étage sénonien (Fig. 254, 255) (1).

§ 866. G. *Caprina*, d'Orb., 1822 (*Plagioptychus*, Mathéron, 1843). Coquille irrégulière, dont la valve inférieure est conique, fixe, sans canaux, et la valve supérieure convexe, à crochet latéral ou même spiral, est pourvue de canaux intérieurs non ramifiés, qui partent du bord, et

(1) Fig. A. Dessus des deux valves, avec différents degrés d'altération. *a* partie de la valve supérieure où les pores extérieurs ne sont pas usés. *b* premier degré d'usure des pores. *c* usure qui a enlevé toute la couche poreuse, et n'a laissé que les canaux intérieurs qui leur donne naissance. *d* ramification du labre de la valve inférieure. *ee* corniches intérieures qui correspondent aux oscules extérieurs de la valve opposée. *f* intérieur de la valve inférieure. — Fig. B. Coupe dans le sens d'un rayon qui part du centre à la circonférence d'une valve supérieure, pour montrer la jonction des deux valves, puis la direction des canaux intérieurs de la valve supérieure, qui partent du labre et se ramifient plus ou moins (*a*), et se bifurquent pour venir aboutir aux pores extérieurs.

n'ont pas d'ouvertures extérieures. Nous connaissons de ce genre perdu 4 espèces : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum et les dernières, de l'étage turonien (Fig. 256).

§ 867. G. *Caprinula*, d'Orb., 1847. Coquille irrégulière, dont la valve inférieure est conique, fixe, la valve supérieure convexe, contournée et spirale : toutes les deux pourvues de canaux intérieurs non ramifiés, ronds, inégaux, qui partent du bord

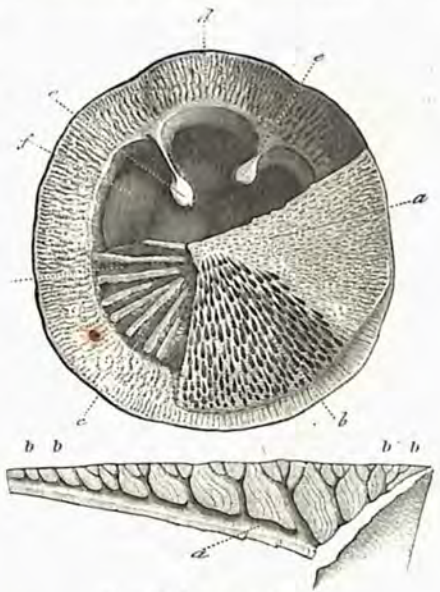


Fig. 255. Hippurites bioculata.

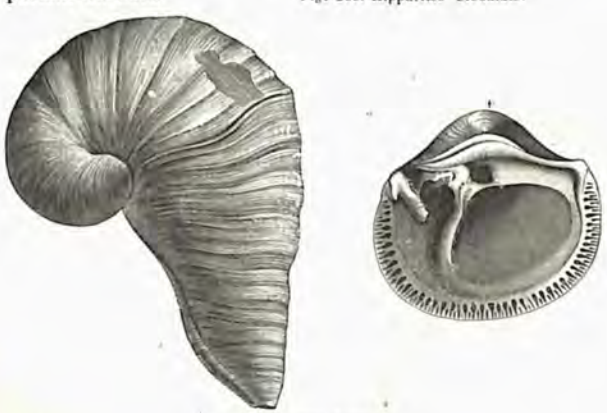


Fig. 256. Caprina Aiguilloni.

et n'ont pas d'ouverture extérieure. Nous connaissons une seule espèce fossile de l'étage turonien.

§ 868. G. *Caprinella*, d'Orb., 1847 (*Ichthyosarcolithes*, Desmarets). Coquille irrégulière dont la valve inférieure contournée en spirale, à tours disjoints, est fixe partout, et la valve supérieure, conique : toutes les deux pourvues de canaux intérieurs, simples, capillaires, égaux, qui partent du bord et n'ont pas d'autre ouverture extérieure. Nous connaissons de ce genre perdu 2 espèces fossiles : l'une, de l'étage néocomien ; l'autre, de l'étage cénomanien.

§ 869. 3e famille : Radiolidæ. Coquille irrégulière, sans parties paires, dépourvue de canaux intérieurs, dont les valves sont très-inégales, coniques ou spirales, munies de fortes dents intrantes ; dans l'intérieur, des cloisons plus ou moins compliquées ; sur les bords, des ramifications sillonnées. Deux attaches musculaires aux valves. Tous les genres sont fossiles des terrains crétacés.

§ 870. G. *Radiolites*, Lamarck, 1801 (*Sphærulites*, Delamétrie, 1805). Coquille dont les deux valves sont coniques, inégales ; l'inférieure toujours plus élevée ; la supérieure à crochet subcentral ; les deux pourvues de lames extérieures foliacées, souvent très-grandes, marquées de ramifications superficielles sur le limbe. Nous connaissons de ce genre perdu 39 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, de l'étage sénonien.

§ 871. G. *Biradiolites*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Radiolites*, qui ont toujours sur un de leurs côtés deux parties inégales, longitudinales, très-distinctes du reste, se prolongeant sur les deux valves du crochet au labre. Nous connaissons de ce genre perdu 5 espèces : les premières et le maximum avec l'étage turonien ; les dernières, à l'étage sénonien.

§ 872. G. *Caprotina*, d'Orb., 1842 (*Requienia*, *Monopleura*, *Dipilidia*, *Caprina*, Matheron, 1843). Coquille dont la valve inférieure est oblique, conique ou spirale, fixe, et la supérieure contournée, à sommet latéral ; les deux dépourvues de lames extérieures foliacées, et sans ramifications superficielles au limbe ; des lames plus ou moins compliquées à l'intérieur. Nous connaissons de ce genre perdu 20 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, de l'étage sénonien.

Résumé paléontologique sur les Brachiopodes.

§ 873. **Comparaison générale.** En regardant notre tableau n° 9 de la répartition chronologique des *Brachiopodes* à la surface du globe, on aperçoit un contraste avec les animaux vertébrés de nos quatre premiers tableaux et les mollusques de nos tableaux nos 7 et 8 ; tandis qu'au contraire, on voit une coïncidence remarquable avec les Céphalopodes de notre tableau n° 5. De même, en effet, ce ne sont plus, comme les mammifères, des êtres inconnus aux premiers âges du monde ; ce ne sont

plus, comme les Gastéropodes et les Lamellibranches, des formes génériques toujours de plus en plus multipliées, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à présent. On voit, chez les Brachiopodes, qu'ils ont été créés principalement à deux époques distinctes : dans les terrains paléozoïques et crétacés ; tandis qu'ailleurs ils n'ont montré que quelques genres isolés. Ils n'ont pas, non plus, montré une progression croissante ; mais, au contraire, une progression décroissante des époques les plus anciennes aux plus modernes.

§ 874. **Comparaison des ordres entre eux.** Nous allons comparer les deux ordres entre eux, pour nous assurer s'ils ont suivi la même marche.

§ 875. **Les Brachiopodes brachidés**, dont dépendent la *Térébratule*, les *Spirifer*, se sont montrés avec la première animalisation du globe et atteignent le maximum de leur développement numérique de genres, avec l'étage devonien, le second du monde animé. Ils offrent 25 genres dans les terrains paléozoïques ; 7 dans les terrains triasiques ; 7 dans les terrains jurassiques ; 10 dans les terrains crétacés ; 6 dans les terrains tertiaires ; et de tous les genres connus, on ne retrouve plus, à l'époque actuelle, que 7 genres, pour représenter l'ensemble si nombreux des temps les plus anciens ; ainsi, sans aucun doute, depuis les terrains paléozoïques, les Brachiopodes brachidés sont en une constante période décroissante dans le développement de leurs formes génériques.

§ 876. **Les Brachiopodes cirrhidés**, dont dépendent la *Thécidée*, l'*Hippurite*, beaucoup moins parfaits que les *Brachidés*, manquent complétement dans les terrains paléozoïques et triasiques ; ils montrent un genre dans les terrains jurassiques ; 9 genres, ou le maximum de développement dans les terrains crétacés ; 2 dans les terrains tertiaires, et le même nombre existe dans les mers actuelles. Ici, bien que les genres aient paru beaucoup plus tard que chez les Brachidés, ils ont suivi la même marche décroissante, depuis les terrains crétacés jusqu'à l'époque actuelle.

En comparant les deux ordres entre eux, nous trouvons que tous les deux sont dans la période décroissante la plus marquée : le premier, depuis les terrains paléozoïques ; le second, depuis les terrains crétacés. Dès lors, les Brachiopodes forment une exception complète à la loi générale sur le perfectionnement progressif des êtres, en marchant des âges anciens aux plus modernes, comme le croyait Cuvier, d'après ses études sur les mammifères, puisqu'ils vont en décroissant de nombre, de genres, dans les deux séries également.

§ 877. Si nous comparons l'instant d'apparition des deux ordres à la perfection des organes de chaque ordre en particulier, nous arrivons

encore aux mêmes conclusions. Les *Brachidés* les plus parfaits, pourvus de bras souvent libres, à coquille non adhérente, ont commencé à se montrer avec la première animalisation du globe dans l'étage silurien ; leur maximum a lieu à l'étage devonien, toujours dans les terrains paléozoïques. Les *Cirrhidés*, sans bras, à coquille fixe, et, dès lors, bien moins parfaits que les Brachidés, manquent, au contraire, dans les terrains paléozoïques, dans les terrains triasiques, et ne paraissent qu'au milieu de la période jurassique, ou 10 étages plus tard que les Brachidés. On voit donc très-clairement que les rapports de la perfection des organes avec l'instant d'apparition des Brachiopodes montrent que la perfection est décroissante, ou mieux qu'ils ont marché contrairement au perfectionnement, ou suivant une voie rétrograde, par rapport à ce perfectionnement, et, dès lors, ont suivi, une marche tout à fait opposée à celle des mammifères.

§ 878. Voyons maintenant l'ensemble numérique des genres pris dans l'ordre chronologique du tableau n° 9, sans avoir égard aux ordres, afin d'avoir des déductions générales. Nous connaissons aujourd'hui 25 genres dans les terrains paléozoïques ; 7 dans les terrains triasiques ; 8 dans les terrains jurassiques ; 20 dans les terrains crétacés ; 8 dans les terrains tertiaires ; et 9 dans les mers actuelles. Les genres montreraient donc une décroissance constante des terrains paléozoïques, jusqu'aux terrains crétacés, où ils s'élèveraient de nouveau pour marcher encore en décroissance jusqu'à l'époque actuelle, où ils restent seulement à un peu plus du quart de ce qu'ils étaient aux premiers âges animés du globe terrestre. Ici, comme pour les Céphalopodes (§ 501), les plus parfaits des mollusques, marche rétrograde tout à fait identique.

§ 879. **Déductions climatologiques et géographiques.** Nous connaissons trop peu de genres vivants pour en tirer d'autres conclusions que celles que peut nous donner la manière de vivre des Brachiopodes. Tous les genres actuellement vivants se tiennent seulement dans les grandes profondeurs ou dans les fonds tranquilles des mers. On peut en déduire des applications très-nombreuses sur l'état des mers anciennes comparées à nos océans, suivant la plus ou moins grande abondance des Brachiopodes qu'elles renferment.

§ 880. **Déductions géologiques générales d'application tirées des genres** (§ 244). Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont très-marqués pour les Brachiopodes, puisqu'à l'exception de 3 genres qui occupent tous les étages, les 38 autres genres connus à l'état fossile sont, au contraire, limités dans les étages, et donnent, pour les terrains et pour les étages supérieurs ou inférieurs où ils ne se trouvent pas, des caractères négatifs excellents.

Les *caractères stratigraphiques positifs* (§ 245) sont également très-

tranchés pour les Brachiopodes. Sur les 41 genres connus jusqu'à présent, 3 seulement occupent tous les étages, les 38 autres sont autant de caractères positifs pour les terrains et pour les étages où ils ont été rencontrés. Ces caractères sont d'autant plus certains, que sur ces genres 32 sont perdus pour l'époque actuelle, ou pour les étages supérieurs ou inférieurs à ceux où ils se montrent. La persistance des caractères positifs (§ 246) n'est pas moins remarquable, comme on peut en juger par les genres *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Thecidea*, etc., de notre tableau n° 9.

§ 881. **Les déductions géologiques tirées des espèces**, chez les Brachiopodes, sont encore, comme pour les autres classes d'animaux (§ 247); c'est-à-dire qu'à très-peu d'exceptions près, les espèces qui nous sont connues, au nombre de 1313, sont spéciales à un seul étage qu'elles ne franchissent pas. Presque toutes sont, dès lors, caractéristiques des étages où elles existaient.

Ve Classe : TUNICIENS, Lamarck.

§ 882. Cette classe ne renferme pas d'animaux couverts d'enveloppes testacées, susceptibles de se conserver dans les couches terrestres.

VIe Classe : MOLLUSQUES BRYOZOAIRES, Ehrenberg.

§ 883. Confondus avec les polypiers, par suite d'une étude superficielle de leur enveloppe calcaire, les animaux de cette division, comme l'ont reconnu les premiers, MM. Edwards et Audouin, se rapprochent plus des Mollusques que des Zoophytes. En effet, éloignés des Zoophytes par leur organisation plus compliquée, ces animaux, semblables aux Mollusques ascidiens, ont un canal digestif complet, qui s'ouvre au dehors *par une ouverture buccale et une ouverture anale distinctes*; ils *sont, de plus*, enveloppés d'une tunique ou d'un manteau, le plus souvent encroûté de carbonate de chaux, qu'on nomme *cellule*. Bien que chaque animal dans sa cellule ait une existence individuelle propre, les cellules d'une même espèce d'animaux se réunissent, s'agrégent et forment, dans leur ensemble, un corps régulier ou irrégulier souvent très-remarquable.

§ 884. Ainsi que nous l'avons dit pour les Brachiopodes (§ 815), la cellule n'est pas seulement une coque extérieure inorganique, mais une portion tégumentaire de l'animal encroûtée de carbonate de chaux, et souvent perforée comme le test des Térébratules.

La cellule testacée qui doit nous occuper plus spécialement, puisqu'elle a pu se conserver dans les couches terrestres, est on ne peut plus variable dans sa forme et dans son mode d'agrégation. En nous servant d'abord de la forme de ces cellules, et ensuite de leur arrangement, de leur mode de groupement régulier ou irrégulier, nous les di-

viserons en familles, dans lesquelles nous tâcherons de circonscrire les genres, de manière à ce qu'on puisse les distinguer facilement, afin de faire cesser le chaos qui règne encore aujourd'hui dans cette partie du règne animal, sur laquelle nous avons été obligé de faire un long travail spécial, afin de la placer au même niveau que les autres branches de la zoologie.

§ 885. La première famille, les SERIALIDÆ, dont dépend le genre *Serialaria*; et la seconde, les CANDIDÆ, dont dépend le genre *Canda*, n'ont point encore de représentants fossiles, ce qui tient à leur contexture souvent cornée.

§ 886. 3e famille : ESCHARIDÆ, d'Orb. (1). Cellules testacées, distinctes, ovales ou hexagones, régulières, pourvues souvent d'un encadrement extérieur; disposées autour d'une tige libre, cylindrique ou anguleuse, articulée ou non, formant des rameaux très-réguliers, ou sur des branches, des disques ou des lames de formes toujours régulières dans leur ensemble. Une seule ouverture plus étroite que la cellule, transverse, subterminale. Point de vésicules gemmifères.

§ 887. G. *Trochopora*, d'Orb., 1847. Cellules rondes ou carrées, formant des lignes concentriques et rayonnantes sur un cône tronqué inférieurement, plein, dont la base est munie de sillons divergents et dichotomes. On connaît une espèce fossile de l'étage falunien. Les espèces vivantes sont des régions chaudes de la Chine.

§ 888. G. *Lunulites*, Lamarck, 1816. Cellules rondes ou carrées, formant des lignes rayonnantes dichotomes, à la surface extérieure convexe, d'un ensemble orbiculaire, dont la face opposée concave est chargée de rayons dichotomes comme les cellules; ouverture ronde On en connaît 13 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien; le maximum, dans les mers chaudes actuelles.

§ 889. G. *Cupularia*, Lamouroux, 1821. Ce sont des *Lunulites* dont les cellules, au lieu de former des rayons divergents, sont placées en quinconce sur un ensemble de même forme On connaît de ce genre perdu 5 espèces : la première, de l'étage sénonien; le maximum et les dernières, à l'étage falunien.

§ 890. G. *Intricaria*, Defrance, 1822. Ce genre diffère des *Vincularia*, dont il a les caractères généraux, par l'ensemble formé de branches irrégulièrement anastomosées et formant buisson. On connaît de ce genre perdu 2 espèces de l'étage bajocien.

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 10; pour le nom, la synonymie et la répartition géographique de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains crétacés, notre *Paléontologie française*, tome V.

§ 891. G. *Vincularia*, Defrance, 1829 (*Vaginopora*, *Defr.*? *Glauconoma*, Goldf., 1830; non Gray, 1828). Tiges formées de rameaux non divisés par des segments et par des articulations mobiles, mais régulièrement dichotomes, pourvues de cellules tout autour. On connait 22 espèces fossiles: les premières, de l'étage cénomanien; le maximum, à l'étage sénonien. Les espèces vivantes sont des parties profondes des mers (Fig. 257).

Fig. 257. Vincularia regularis.

§ 892. G. *Eschara*, Lamarck, 1816. Cellules de contexture souvent perforée, distinctes entre elles et divisées en quinconce lorsqu'elles sont nouvelles; mais s'encroûtant ensuite et se confondant entièrement avec les parties voisines, de manière à ne plus montrer, avec l'âge, qu'une ouverture enfoncée au-dessous de la surface générale. Les cellules sont adossées sur deux plans opposés, réguliers, et forment des expansions foliacées ou des branches régulières, aplaties. Point de vésicules gemmifères. On en connait 48 espèces fossiles : les premières, de l'étage bathonien. Les espèces vivantes sont des régions profondes des mers (Fig. 258).

Fig. 258. Eschara Ranvilliana.

§ 893. G. *Ptilodictya*, Lonsdale, 1839 (*Stictopora*, *Escharopora*, Hall, 1827). Ce sont des *Membranipores* testacés, adossés des deux côtés d'un polypier lamelleux, comme chez les *Eschara*. Cellules rondes ou rhomboïdales, souvent très-profondes, placées en quinconce. On connait de ce genre perdu, 11 espèces : les premières et le maximum, à l'étage silurien ; les dernières, de l'étage carbonifèrien.

§ 894. G. *Sulcopora*, d'Orb., 1848. Ce sont des *Ptilodictya* formés également de deux couches adossées, dont les cellules sont placées par lignes entre des sillons. On connait de ce genre perdu, 2 espèces fossiles : l'une, de l'étage silurien ; l'autre, de l'étage murchisonien.

§ 895. G. *Hornera*, Lamouroux, 1821. C'est un *Eschara* à rameaux libres, mais pourvu de cellules d'un seul côté; l'autre sillonné en long On en connaît 7 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien; le maximum, à l'étage parisien. Les espèces vivantes sont des régions profondes des mers.

§ 896. 4e famille : CELLEPORIDÆ Cellules distinctes, testacées ou cornées, ovales, oblongues ou hexagones, saillantes ou non, de contexture souvent perforée, régulières ou encadrées, disposées d'un côté, d'une surface toujours encroûtante, parasite, jamais libre. Ouverture buccale étroite, ronde, ovale ou semi-lunaire, latéro terminale; souvent une ouverture anale distincte, souvent des vésicules gemmifères.

§ 897. G. *Escharina*, Edwards, 1836 (*Escharoides*, Edwards ; *Cellepora*, Lamouroux). Cellules calcaires, convexes, de contexture souvent perforée, distinctes entre elles, plus ou moins saillantes, obliques ou horizontales et en quinconce, placées sur une seule couche, de manière à composer un ensemble lapidescent, adhérent, irrégulier ; souvent une ouverture buccale et anale distincte, des vésicules gemmifères. On en connaît 35 espèces fossiles : les premières, de l'étage albien ; le maximum, dans les mers actuelles (Fig. 259).

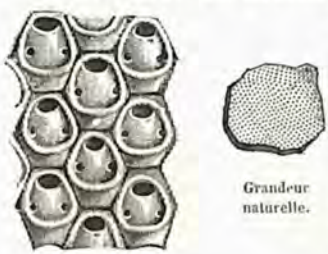


Fig. 259. Escharina Oceani

§ 898. G. *Marginaria*, Rœmer, 1841. Nous ne conservons sous ce nom que les espèces à cellules pourvues d'une cloison supérieure ; les autres, des auteurs allemands, sont des *Membranipora*. Ce sont des *Escharina* à cellules planes, pourvues d'un encadrement. Nous en connaissons 13 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum, dans l'étage sénonien.

§ 899. G. *Cellepora*, Linné. Cellules ellipsoïdes ou verticales à peine distinctes, extérieurement amoncelées les unes sur les autres, sans suivre un ordre régulier, sur plusieurs couches, de manière à former un ensemble irrégulier, très-épais, à surface inégale. On en connaît 9 espèces fossiles : les premières, de l'étage falunien. Les espèces vivantes sont des mers tranquilles.

§ 900. G. *Discopora*, Lamarck, 1816. M. Edwards réserve ce nom aux espèces dont les cellules ne sont pas distinctes, mais très-encroûtées ; ouverture percée dans la masse et placée en quinconce ; point de vésicules gemmifères On connaît une espèce fossile de l'étage sénonien.

§ 901. G *Pyripora*, d'Orb., 1847. Cellules ovales, fixes, isolées ou

par groupes, formant des branches dans leur ensemble, à la surface des corps où elles sont parasites. Nous connaissons de ce genre perdu, six espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage sénonien ; les dernières, à l'étage falunien.

§ 902. G. *Cellulipora*, d'Orb., 1847. Cellules déprimées, distinctes, par couches concentriques les unes sur les autres mais formant toujours des compartiments plus ou moins réguliers, séparés par des dépressions profondes, comme des routes entre les groupes de cellules On connaît, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage cénomanien.

§ 903. G. *Membranipora*, Blainville, 1834. Pourtour des cellules entièrement calcaire, et formant un cadre saillant, ovale, au milieu duquel est une partie membraneuse ouverte en avant ; cellules placées les unes à côté des autres sans se recouvrir, et formant un ensemble encroûtant irrégulier. Une seule ouverture buccale ; point de vésicules gemmifères. On en connaît 17 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien. Les espèces vivantes, au maximum, sont des parties profondes et tranquilles des mers.

§ 904. G. *Terebripora*, d'Orb., 1839. Cellules ovales, creusées dans des coquilles de mollusques morts et n'ayant d'ouvert extérieurement qu'une ouverture ronde. De la partie supérieure des cellules ou de ses côtés, partent des canaux linéaires, toujours forés dans la matière testacée des coquilles, communiquant avec d'autres cellules, et représentant un ensemble rameux. On connaît une espèce fossile de l'étage bathonien. Les espèces vivantes sont de la côte du Pérou.

§ 905. 5e famille : Reteporidæ. Cellules testacées non distinctes, disposées par lignes ou éparses, sur des rameaux dichotomes ou anastomosés en mailles, formant un ensemble penniforme ou flabelliforme, dont les parois sont libres. Une seule ouverture ronde saillante, plus étroite que la cellule, percée au milieu de la masse. Point de vésicules gemmifères.

§ 906. G. *Omniretepora*, d'Orb., 1847. C'est un *Retepora* dont les cellules nombreuses éparses couvrent les deux côtés d'un ensemble réticulé à mailles arrondies. On connaît, de ce genre perdu, 2 espèces fossiles de l'étage murchisonien.

§ 907. G. *Retepora*, Lamarck. Nous conservons sous ce nom, les espèces pourvues de cellules éparses, peu nombreuses, disséminées à la partie supérieure de branches anastomosées, de manière à former des mailles régulières, et non des lignes d'oscules. Nous connaissons 17 espèces fossiles : les premières, de l'étage devonien. Les espèces vivantes sont des régions profondes et tranquilles des mers.

§ 908. G. *Uniretepora*, d'Orb., 1847. Cellules placées sur une seule ligne, à la partie supérieure de branches anastomosées de manière à

former des mailles régulières. On connaît, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage falunien.

§ 909. G. *Subretepora*, d'Orb., 1848. Cellules grandes sur une seule ligne, occupant toute la largeur de branches grêles, irrégulièrement

Fig. 260. Retenlipora obliqua (1).

anastomosées ou dichotomes. On connaît, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage silurien.

§ 910. G. *Reteporidea*, d'Orb., 1847. Cellules nombreuses placées

(1) *Fig. a.* Ensemble de grandeur naturelle; *b*, partie extérieure grossie; *c*, partie intérieure grossie; *d*, largeur des lames plus fortement grossie.

par lignes transverses, de chaque côté, de branches longitudinales, dichotomes, réunies entre elles par mailles peu régulières. Les 5 espèces de ce genre perdu sont de l'étage sénonien.

§ 911. G. *Reticulipora*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Retepora* dont les mailles sont formées de hautes lames verticales, pourvues de cellules, par lignes transverses de chaque côté. On connaît, de ce genre perdu, 5 espèces fossiles : la première, de l'étage bathonien ; les dernières et le maximum, à l'étage sénonien (*fig.* 260).

§ 912. G. *Coscinium*, de Keyserling, 1846. C'est un *Polypora* pourvu de cellules, même sur la ligne des oscules entre eux. Oscules arrondis, espacés, rares au milieu de l'ensemble flabelliforme. On connaît, de ce genre perdu, 3 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage carbonifèrien ; la dernière, de l'étage salifèrien.

§ 913. G. *Polypora*, M'Coy, 1844. Genre voisin des *Retepora*, mais ayant des cellules nombreuses, éparses, entre des oscules ovales espacés par lignes, mais sans cellules sur la ligne des oscules. Nous connaissons de ce genre perdu, 13 espèces fossiles : la première, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage carbonifèrien ; la dernière, de l'étage permien.

§ 914. G. *Reteporina*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Polypora* dont les cellules, placées sur deux lignes parallèles, rapprochées, régulières, longitudinales, non séparées par une côte, sont à la partie supérieure des branches largement anastomosées, de manière à ne laisser entre elles que des oscules oblongs, réguliers, placés par lignes divergentes. On connaît, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage devonien.

§ 915. G. *Keratophytes*, Schlotheim, 1820. Ce sont des *Fenestrella* à plus de deux rangées de cellules et sans côtes médianes entre les cellules. Les rameaux sont unis entre eux par de petites branches latérales, étroites, transverses, non cellifères. On connaît une seule espèce fossile de l'étage permien.

§ 916. G. *Fenestrella*, Lonsdale. Cellules formant une double ligne régulière, longitudinale, séparée par un sillon médian, à la partie supérieure de branches longitudinales, dichotomes, unies entre elles par de petits rameaux latéraux non cellifères. Nous connaissons, de ce genre perdu, 36 espèces fossiles : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage carbonifèrien ; les dernières, à l'étage permien.

§ 917. G. *Fenestrellina*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Fenestrella*, pourvues de pores intermédiaires très-espacés sur la côte qui sépare les deux rangées de cellules. Les 4 espèces de ce genre perdu sont de l'étage carbonifèrien.

§ 918. G. *Ptylopora*, M'Coy, 1844. C'est une *Fenestrellina* en forme de plume comme les *Penniretepora*, mais dont les branches latérales

sont anastomosées et forment des oscules allongés. Les 2 espèces de ce genre perdu sont spéciales à l'étage carbonifèrien (Fig. 261).

§ 919. G. *Penniretepora*, d'Orb., 1847. Deux rangées de cellules d'un seul côté, d'un ensemble penniforme, composé d'une tige et de rameaux libres, latéraux, non anastomosés On connait, de ce genre perdu, 8 espèces fossiles : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage carbonifèrien ; les dernières, de l'étage permien.

§ 920. G. *Ichthyorachis*, M'Coy, 1844. Ce sont des *Penniretepora* dont les cellules sont éparses sur les tiges d'un ensemble penniforme, au lieu d'être sur deux lignes. Ce genre perdu a offert 4 espèces, deux de l'étage carbonifèrien ; deux de l'étage permien.

§ 921. G. *Sulcoretepora*, d'Orb.,

Grossie.

Grandeur naturelle.

Fig. 261. Ptylopora pluma.

1847. Cellules placées par lignes dans des sillons longitudinaux, et d'un seul côté, de branches simples, déprimées, striées en long du côté opposé aux cellules. Les 2 espèces connues de ce genre perdu sont spéciales à l'étage carbonifèrien.

§ 922. G. *Biretepora*, d'Orb., 1847. Cellules saillantes, sur deux lignes externes, d'un seul côté de branches dichotomes ou simples, très-grêles. Une seule espèce est connue dans l'étage sénonien.

§ 923. G. *Enallopora*, d'Orb., 1848. Cellules alternes, saillantes, placées sur les côtés de branches grêles et fortement comprimées. L'espèce connue est fossile de l'étage silurien.

§ 924. G. *Hemytripa*, Phillips, 1841. C'est une *Fenestrella* qui a deux rangées de cellules, entre des côtes élevées. Une seule espèce connue est de l'étage devonien.

§ 925. G. *Archimedipora*, d'Orb., 1837. Cellules longues, placées aux angles saillants d'une spirale qui occupe une tige allongée. La seule espèce connue est fossile de l'étage devonien.

§ 926. 6e famille : Crisidæ. Cellules testacées, distinctes, tubuleuses, saillantes, de contexture perforée, placées de diverses manières sur un ensemble articulé ou non, rampant ou rameux, ayant une seule ouverture buccale terminale simple, ronde, sans dents et sans rétrécissement, presque égale au diamètre des cellules. Nous y réunissons les genres *Crisidia*, Edwards ; *Crisia*, Lamouroux ; *Alecto*, *Idmonea*, *Tubulipora*, *Diastopora*, *Pelagia*, *Eutalophora*, *Spiropora*, etc.

1re Section. Ensemble libre, rameux ou lamelleux.

§ 927. G. *Entalophora*, Lamouroux, 1821. Cellules tubuleuses, saillantes, éparses ou disposées en quinconce autour d'une tige cylindrique, rameuse. Nous connaissons de ce genre perdu, 36 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage sénonien ; les dernières, de l'étage subapennin (Fig. 262).

Grossie. Grandeur naturelle.

Fig. 262. Entalophora cellarioïdes.

§ 928. G. *Cricopora*, Blainville. Nous n'y plaçons que les espèces dont les cellules sont disposées par lignes transverses, espacées sur un polypier rameux à tiges cylindriques. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : la première, de l'étage bathonien ; le maximum et les dernières, à l'étage sénonien.

§ 929 G. *Spiropora*, Lamouroux, 1821. Cellules subtubuleuses, allongées, à ouverture ronde, saillante, disposées obliquement sur une seule de front en ligne, formant une spirale, à la surface d'un polypier rameux, à tiges cylindriques. Nous connaissons de ce genre perdu, trois espèces fossiles : la première, de l'étage bathonien ; les dernières et le maximum, à l'étage cénomanien

§ 930 G. *Peripora*, d'Orb. 1850. C'est un *Spiropora* dont les cellules sont sur plusieurs de front. Nous connaissons de ce genre perdu, 3 espèces : 2 de l'étage cénomanien, 1 de l'étage sénonien.

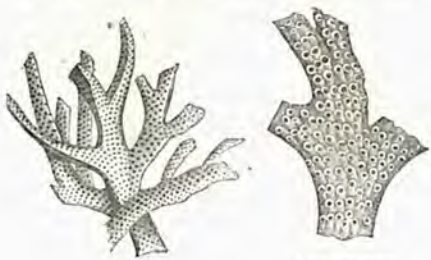
§ 931. G. *Crisisina*, d'Orb., 1847. Cellules allongées, relevées à leur extrémité percée, éparses ou par lignes transversales, et représentant,

dans leur ensemble, des branches dichotomes libres, ayant des cellules d'un seul côté. Les espèces vivantes sont des mers profondes, froides ou chaudes. On en connait 12 fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum, à l'étage sénonien ; les espèces vivantes sont des régions profondes des mers.

§ 932. G. *Pelagia*, Lamouroux, 1821. Les cellules de ce genre sont placées par lignes rayonnantes, comme celles des *Defrancia*, mais à l'extrémité supérieure évasées d'une cupule ou d'un cône libre fixé par l'extrémité opposée. Nous connaissons, de ce genre perdu, cinq espèces fossiles : la première, de l'étage bathonien ; le maximum, à l'étage cénomanien ; les dernières, de l'étage parisien.

§ 933. G. *Clypeina*, Michelin, 1844. Ensemble cupuliforme, dont les cellules forment le pourtour comme des tubes assez distincts. La seule espèce connue est de l'étage parisien.

§ 934. G. *Bidiastopora*, d'Orb. Ce sont des *Diastopora* libres, à deux couches de cellules adossées. Ce genre est aux *Crisidæ* ce qu'est le genre *Eschara* aux *Celleporidæ*. Nous connaissons, de ce genre perdu, neuf espèces fossiles : la première, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage bathonien ; les dernières de l'étage sénonien (Fig. 263).



Partie grossie.

Fig. $\frac{2}{3}$63. Bidiastopora cervicornis.

§ 935. G. *Crisioidea*, Michelin, 1847. Autant qu'on peut en juger, ce genre serait un *Alecto*, dont les rameaux seraient libres. La seule espèce connue est de l'étage carbonifèrien.

2e Section. Ensemble fixe, rameux ou encroûtant.

§ 936. G. *Alecto*, Lamouroux, 1821. Cellules allongées, fixes sur leur longueur, relevées seulement à leur extrémité percée ; placées sur une ligne simple, de manière à représenter, dans leur ensemble, des branches dichotomes sur les corps où elles sont parasites. Les espèces vivantes sont des grandes profondeurs des mers chaudes et tempérées. On en connait 18 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; le

maximum, à l'étage corallien. Les espèces vivantes sont des régions profondes des mers.

§ 937. G. *Idmonea*, Lamouroux, 1821 ; *Criserpia*, Edwards, 1836; *Obelia*, Lamouroux, 1821 (non Peron). Cellules allongées, fixes sur leur longueur, relevées à leur extrémité percée ; éparses ou par lignes transverses et représentant, dans leur ensemble, des branches dichotomes, rampantes et fixes. Les espèces vivantes sont des mers profondes. M. Edwards avait formé des espèces fixes son genre *Criserpia*, croyant les *Idmonea* de Lamouroux libres; mais nous avons reconnu que le type de ce dernier genre est également fixe : ainsi les *Criserpia* se fondent naturellement dans les *Idmonea* de Lamouroux. Nous connaissons 20 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien. Les espèces vivantes sont des régions profondes des mers.

§ 938. G. *Tubulipora*, Lamarck, 1816; *Proboscina*, Audouin, 1826. Cellules très-allongées, égales, presque libres, ramassées par groupes ou fasciculées, et représentant, dans leur ensemble, un amas informe, rond, ovale ou allongé. On en connaît 3 espèces fossiles : la première, de l'étage néocomien. Les espèces sont aujourd'hui à leur maximum.

§ 939. G. *Diastopora*, Lamouroux, 1821 (*Berenicia*, Lamouroux ; *Mesinteripora*, Blainville, 1834). Cellules allongées, irrégulièrement placées, et couvrant une surface encroûtante ou parasite, en une ou plusieurs couches. Ce genre perdu a offert 29 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage bajocien ; les dernières, à l'étage sénonien.

§ 940. G. *Defrancia*, Rœmer, 1840. Cellules allongées, libres à leur extrémité, placées par lignes rayonnantes et saillantes sur un disque régulier, entièrement fixe sur tous les points, ordinairement bordé en dehors d'un limbe, ou de rudiments de cellules. Les espèces vivantes sont des mers tranquilles ou profondes. Les espèces ont été disséminées dans le genre *Tubulipora* par Lamarck, avec les *Obelia*, par M. Quoy, dans les *Tubulipora*, les *Diastopora* par M. Michelin. Nous connaissons 17 espèces fossiles : la première, de l'étage bathonien.

§ 941. G. *Domopora*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Defrancia*, qui, par le grand nombre de couches qui se succèdent, forment un dôme ou même une massue. Nous connaissons, de ce genre perdu, 4 espèces fossiles : la première, de l'étage cénomanien ; les dernières et le maximum, à l'étage sénonien.

§ 942. G. *Radiopora*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Defrancia* confluentes, réunies en groupes polymorphes, encroûtants, et formant souvent des masses assez grosses, par un nombre considérable de couches superposées. On connaît, de ce genre perdu, 10 espèces fossiles : les premières, de l'étage albien, le maximum, à l'étage cénomanien ; les dernières, à l'étage falunien.

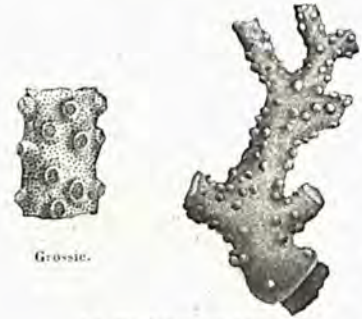
§ 943. 7e famille : Myriozoumidæ. Cellules testacées, alvéoliformes, non saillantes, nombreuses, simplement percées, à l'extrémité, de branches cylindriques ou déprimées, dichotomes ou alternes, et s'oblitérant sur les vieilles branches.

§ 944. G. *Myriazoum*, Donati, 1750 (*Myriopora*, Blainville, 1834). Cellules comme des pores, cylindriques, rondes, perpendiculaires à l'axe des branches ou des expansions de l'ensemble rameux, mais visibles seulement à l'extrémité des branches; oblitérées ailleurs. Nous ne connaissons que deux espèces fossiles de ce genre : l'une dans l'étage falunien, l'autre dans l'étage subapennin. Les espèces vivantes sont de la Méditerranée.

§ 945. G. *Zonopora*, d'Orb , 1847. Ensemble rameux; branches dichotomes, rondes, pourvues de cellules rondes, simplement percées, disposées par lignes spirales au milieu d'une multitude d'autres petits pores. Nous connaissons de ce genre perdu 6 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage sénonien ; la dernière, à l'étage parisien.

§ 946. G. *Terebellaria*, Lamouroux, 1821. Cellules très-obliques, nombreuses, serrées, disposées en quinconce, et formant, par leur agglomération, des lignes spirales sur un polypier rameux. Elles marchent du haut en bas, en s'oblitérant à mesure. Nous connaissons de ce genre perdu 3 espèces : les premières, de l'étage bajocien ; les deux autres, de l'étage bathonien.

§ 947. G. *Osculipora*, d'Orb., 1847. Cellules tubuleuses, réunies par groupes ou par faisceaux saillants, disposées latéralement, et d'un seul côté, sur des branches rameuses, d'un polypier pierreux. Nous plaçons dans ce genre perdu deux espèces de l'étage cénomanien, et deux de l'étage sénonien.



Grossie.

Fig. 264 Echinopora Raulini.

§ 948. G. *Echinopora*, d'Orb., 1847. Ces sont des *Osculipores* dont non-seulement les rameaux latéraux sont pourvus de cellules en faisceaux, mais dont encore la surface est garnie de plus petits pores intermédiaires. Ce genre perdu a offert une seule espèce dans l'étage albien (Fig. 264).

§ 949. G. *Acanthopora*, d'Orb., 1847. C'est une *Chrysaora*, où la

partie lisse, intermédiaire aux pores, forme des saillies épineuses sur un ensemble rameux ou amorphe. Ce genre perdu a montré 3 espèces : 1 dans chacun des étages bathonien, néocomien et cénomanien.

§ 950. G. *Chrysaora*, Lamouroux, 1821. Cellules poriformes, rondes, éparses, très-petites, et situées dans les intervalles de côtes ou lignes saillantes, qui se croisent en tout sens sur les branches d'un polypier rameux. On connaît, de ce genre perdu, 15 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage bajocien ; les dernières, à l'étage sénonien.

§ 951. G. *Monticulipora*, d'Orb., 1847. C'est un *Acanthopora*, dont les cellules couvrent tout l'ensemble rameux ou encroûtant, même les saillies coniques dont il est chargé. Nous connaissons, de ce genre perdu, 15 espèces : les premières, de l'étage silurien ; le maximum, à l'étage bathonien ; les dernières, de l'étage subapennin.

§ 952. G. *Stellipora*, Hall, 1847. Cellules disposées à la surface élevée d'étoiles irrégulières, et au milieu de la surface creusée qui sépare ces étoiles. 1 seule espèce, de ce genre perdu, appartient à l'étage silurien.

§ 953. G. *Fasciculipora*, d'Orb., 1839 (*Corymbopora*, Michelin, 1845). Cellules tubuleuses, longitudinales, réunies en faisceaux, ouvertes seulement à leur extrémité, et formant des rameaux peu nombreux. Nous connaissons, de ce genre perdu, 6 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum, à l'étage sénonien. L'espèce vivante est des mers profondes.

§ 954. G. *Aspendesia*, Lamouroux, 1821. Cellules poriformes, placées sur le sommet de crêtes élevées d'un seul côté et au pourtour d'un polypier lamelleux. 3 espèces, de ce genre perdu, sont connues : l'une, de l'étage saliférien ; la seconde, de l'étage bathonien ; la troisième, de l'étage néocomien.

§ 955. G. *Meandropora*, d'Orb., 1847 (*Fasciculuria*, Milne-Edwards, 1836 ; non Lam., 1812). C'est un *Fasciculipora* dont les faisceaux, au

Fig. 265. Meandropora cerebriformis.

lieu d'être rameux, forment des lames verticales en méandres isolés au milieu d'une masse globuleuse. Les 2 seules espèces de ce genre perdu sont de l'étage falunien. (*fig.* 265).

§ 956. G. *Lichenopora*, Defrance, 1825. Nous conservons ce nom à des Bryozoaires coniques, fixés par la pointe du cône, dont la partie tronquée supérieure est criblée de pores. Les 2 seules espèces que nous conservions dans ce genre sont de l'étage parisien.

§ 957. G. *Ceriopora*, Goldf. (*Melicerítites*, Rœmer, 1841). Cellules poriformes, rondes, serrées, irrégulièrement éparses, et formant, par leur agglomération en couches concentriques, un polypier rameux. Nous n'y conservons que les espèces rameuses. Les espèces polymorphes resteront sous le nom de *Polytrema*. Nous en connaissons 80 espèces fossiles : les premières, de l'étage silurien; le maximum, à l'étage sénonien. 1 espèce vivante se trouve sur le banc de Terre-Neuve.

§ 958. G. *Polytrema*, Risso, 1826 (*Millepora*, Linné, 1767, pars). Dans ce genre, tel que nous le circonscrivons, rentrent tous les *Ceriopora* amorphes, non rameux, de Goldfuss (1). Nous connaissons 57 espèces fossiles : les premières de l'étage silurien ; le maximum à l'étage sénonien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes et tempérées.

§ 959. G. *Limaria*, Lonsdale, 1839. Ce sont des *Ceriopora* pourvues d'une saillie extérieure à chaque cellule, ce qui donne à la surface l'aspect d'une râpe. Ensemble rameux. On connaît, de ce genre perdu, 6 espèces : les premières et le maximum, à l'étage murchisonien ; la dernière, à l'étage devonien.

§ 960. G. *Leptopora*, d'Orb., 1847. Cellules comme celles des *Polytrema*, mais fixées et parasites à la surface du corps, où elles forment des rameaux dichotomes, réguliers, déprimés. Nous connaissons 1 seule espèce de ce genre perdu dans l'étage cénomanien.

§ 961. G. *Tilesia*, Lamouroux, 1821. Genre incertain, très-voisin des *Polytrema*, mais par plaques irrégulières, concaves. L'espèce connue est de l'étage bathonien.

Résumé paléontologique sur les Bryozoaires.

§ 962. **Comparaison générale.** En considérant l'ensemble de notre tableau n° 10, nous trouvons que, comme les Reptiles (§ 279), depuis leur première apparition sur le globe avec les premiers êtres, les Bryozoaires occupent tous les étages géologiques, sans montrer une progression croissante bien régulière, puisque les genres qui, dans les étages, restent en arrière, sont trois fois plus nombreux que ceux qui continuent d'exister jusqu'à l'époque actuelle. C'est donc ici encore un remplacement successif de formes animales, dont les unes éphémères, les autres plus persistantes, se font successivement place les unes aux

(1) Nos *Chétètes* des terrains paléozoïques, excepté les 4 espèces carbonifères de M. Fischer, rentrent dans ce genre.

autres depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent. On remarque encore, au premier aperçu, dans notre tableau, qu'il y a eu, parmi les Bryozoaires, trois grandes époques de création : l'une, dans les terrains paléozoïques; la seconde, dans les terrains jurassiques ; et la troisième, dans les terrains crétacés.

§ 963. **Comparaison des familles entre elles.** Pour nous assurer si l'ensemble de la série a suivi la même marche, nous allons comparer les familles entre elles, en commençant par les plus anciennes.

Les *Escharidæ*, représentées par les *Eschara*, ont montré leurs premiers genres à l'étage silurien, le premier de l'animalisation du globe. Elle a donné 2 genres dans les terrains paléozoïques, 2 dans les terrains jurassiques, 5 dans les terrains crétacés, 6 dans les terrains tertiaires. L'époque actuelle en présente davantage; ainsi, les *Escharidæ* sont constamment en voie croissante de formes génériques, depuis le commencement du monde animé jusqu'à nos jours.

Les *Myriozoumidæ* ont paru, de même, avec l'étage silurien. Leurs genres ont été au nombre de 4 dans les terrains paléozoïques, de 2 dans les terrains triasiques, de 9 dans les terrains jurassiques, de 10 dans les terrains crétacés, de 8 dans les terrains tertiaires, et d'un nombre inférieur dans l'époque actuelle. Ils ont donc marché en voie croissante de développement jusqu'aux terrains crétacés, et sont, depuis, en voie constante de décroissance générique jusqu'à nous.

Les *Reteporidæ*, dont dépend le *Retepora*, ont montré leurs premiers genres avec l'étage silurien, le premier de tous. On voit 16 genres dans les terrains paléozoïques, 1 dans les terrains triasiques, 1 dans les terrains jurassiques, 4 dans les terrains crétacés, 2 dans les terrains tertiaires, et quelques-uns seulement à l'époque actuelle. Les *Reteporidæ* auraient eu leur maximum de développement générique dans les terrains paléozoïques, et auraient toujours marché, depuis cette époque, dans une voie constante de décroissance.

Les *Crisidæ* montrent leur premier genre dans l'étage carbonifèrien : 1 genre dans les terrains paléozoïques, 9 dans les terrains jurassiques, 13 dans les terrains crétacés, 10 dans les terrains tertiaires, et le maximum dans les mers actuelles. Leurs genres ont donc constamment marché dans une voie croissante de développement jusqu'à l'époque actuelle.

Les *Celleporidæ* offrent leur premier genre dans les terrains jurassiques : 6 genres dans les terrains crétacés, 5 dans les terrains tertiaires, et le maximum de leur nombre avec l'époque actuelle. Leurs genres ont donc toujours marché dans une voie croissante, depuis leur première apparition.

En résumé, nous voyons, d'un côté, que les *Rétéporidées* sont en voie décroissante depuis les terrains paléozoïques; les *Myriozoumidæ*, depuis

les terrains crétacés ; tandis que, de l'autre, les *Escharidæ*, les *Crisidæ* et les *Celleporidæ* sont, au contraire, toujours en voie constante de développement générique.

§ 964. Considérée quant au degré de perfection des organes, comparée à l'ancienneté des familles, nous croyons que cette perfection n'est pas régulièrement croissante, en raison de l'âge ; car les *Reteporidæ* et les *Myriozoumidæ* sont, sans contredit, aussi parfaits dans leur organisation que les Crisidées, venues 2 étages plus tard ; que les Celléporidées, venues 11 étages plus tard.

§ 965. **Déductions zoologiques générales.** (*Voy.* tableau n° 10). Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux familles, les genres de Bryozoaires amènent aux conclusions suivantes. Nous les voyons, avec la première animalisation du globe, offrir 8 genres dans l'étage silurien. Ils en montrent 24 dans les terrains paléozoïques, 3 dans les terrains triasiques, 21 dans les terrains jurassiques, 36 dans les terrains crétacés, 29 dans les terrains tertiaires ; tandis qu'on en connaît une quarantaine dans les mers actuelles. En n'ayant égard qu'aux genres, les Bryozoaires seraient aujourd'hui à leur maximum de développement numérique, sans avoir suivi cependant une marche croissante régulière. C'est presque un remplacement successif depuis les terrains paléozoïques.

§ 966. **Déductions climatologiques et géographiques.** Nous trouvons, pour les *Bryozoaires*, les mêmes conclusions que pour les Mammifères (§§ 242, 243) ; c'est-à-dire que la distribution isotherme et géographique des genres dans les derniers étages géologiques ne suivent, en aucune manière, la distribution actuelle. La manière de vivre des Bryozoaires actuels, comparée à ce qu'ils devaient être aux époques passées, vient seulement nous donner une application importante à la géologie. Tous les Bryozoaires actuels ne vivent que dans les grandes profondeurs des mers ou dans les lieux où des courants se font sentir. On en trouve, par exemple, beaucoup de genres autour des îles Malouines, en dehors du cap Horn et sur le banc de Terre-Neuve. Ces données, jointes à ce que nous savons des Brachiopodes qu'on trouve avec eux, donnent des moyens de reconnaître, par le nombre des Bryozoaires, quel était l'état de profondeur des mers aux différentes époques géologiques.

§ 967. **Déductions géologiques générales d'application tirées des genres.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont très-marqués pour les Bryozoaires, jusqu'à l'exception de 2 genres qui occupent tous les étages ; les 67 autres genres connus à l'état fossile sont, au contraire, limités dans les étages, et donnent, pour les terrains et pour les étages supérieurs ou inférieurs où ils ne se trouvent pas, d'excellents caractères négatifs.

§ 968. **Les caractères stratigraphiques positifs** (§ 245) sont, par la même raison, très-prononcés pour les Bryozoaires : sur les 69 genres connus à l'état fossile, 2 seulement occupent tous les étages; les 67 autres sont autant de caractères stratigraphiques pour les terrains et les étages où ils ont été rencontrés. Ces caractères sont d'autant plus certains que, sur ces genres, 48 sont perdus pour l'époque actuelle ou pour les étages inférieurs ou supérieurs à ceux où ils se sont montrés, et que 22 sont, jusqu'à présent, spéciaux à un seul étage. La persistance des caractères positifs n'est pas moins remarquable ; on peut en juger par les genres *Ceriopora*, *Bidiastopora*, *Idmonea*, *Escharina*, etc., de notre tableau n° 10

§ 969. **Les déductions géologiques tirées des espèces,** chez les Bryozoaires, sont encore comme pour les autres animaux (§ 247). Si l'on en sépare quelques espèces, toutes les autres, ou 695, sont spéciales à un seul étage, qu'elles ne franchissent pas ; ainsi, presque toutes seraient caractéristiques de leurs étages particuliers.

QUATRIÈME EMBRANCHEMENT : ANIMAUX RAYONNÉS OU ZOOPHYTES.

§ 970. Il y a rarement de symétrie paire chez les êtres qui nous occupent; et leur symétrie est le plus souvent un rayonnement, disposé en général d'après le nombre cinq ou six : ce qui leur a valu le nom de rayonnés.

On les divise ainsi qu'il suit :

1re Division. — *Zoophytes rayonnés*, contenant les classes des *Échinodermes*, des *Acalèphes* et des *Polypiers*.

2me Division. — *Zoophytes globuleux*, renfermant les classes des *Foraminifères*, des *Infusoires* et des *Amorphozoaires*.

1re DIVISION. — ZOOPHYTES RAYONNÉS.

Ire Classe. ÉCHINODERMES.

§ 971. Animaux disposés, lorsqu'ils sont libres, pour la reptation, et dont le corps diversiforme est couvert extérieurement d'une enveloppe tégumentaire testacée, souvent armée d'épines. Des tentacules terminés par des ventouses sortent par des pores disposés en lignes ; en général, un anus opposé à la bouche : d'autres fois fixes ; ils sont portés alors par un pédoncule testacé.

§ 972. Les **Échinodermes**, par leur enveloppe testacée, se trouvent, au sein des couches terrestres, dans les mêmes conditions de conservation que les Mollusques. Il est des cas, rares il est vrai, où les Oursins, par exemple, se sont montrés avec leurs pointes, leurs piquants encore en

position autour de l'enveloppe testacée. Nous en avons recueilli ainsi conservés dans l'étage corallien de la pointe du Ché près de la Rochelle, dans l'étage kimméridgien de Chatelaillon (Charente-Inférieure). M. Mantell en a aussi découvert dans les étages crétacés d'Angleterre. On rencontre, quelquefois, soit des Astéries ou étoiles de mer, soit des Crinoïdes parfaitement complets, c'est-à-dire avec toutes les pièces testacées qui les composent dans leur position relative, et telles qu'elles étaient à l'état vivant. Ces derniers se sont montrés dans l'étage murchisonien de Dudley (Angleterre), dans les autres étages paléozoïques, dans le muschelkalk du Bas-Rhin et dans les terrains jurassiques et crétacés de France, d'Angleterre et d'Allemagne.

Le plus souvent, on rencontre les Oursins sans leurs piquants, bien conservés à l'état d'empreintes et de moules ; les piquants ou baguettes de ceux-ci séparés, ainsi que les parties composantes des Astéries et des Crinoïdes.

Cette série d'animaux est remarquable par la cassure spathique que présente toujours sa partie testacée fossile, lorsqu'elle est encore à l'état calcaire. Ce caractère est un moyen certain de distinguer les Échinodermes des autres fossiles qui pourraient leur ressembler plus ou moins par la forme.

En laissant de côté les *Holothuries* qui, n'ayant que des parties charnues, ne renferment pas d'espèces fossiles, nous croyons qu'on peut diviser les Échinodermes à enveloppes testacées en quatre ordres parfaitement caractérisés : les *Echinoidea*, les *Asteroidea*, les *Ophiuroidea* et les *Crinoidea*.

1er Ordre. ECHINOIDEA (1).

§ 973. Corps rond, ovale ou déprimé, dépourvu de bras, muni d'une bouche et d'un anus distincts, de pédicules respiratoires rétractiles. Charpente testacée extérieure composée de plaques solides contiguës, dont le nombre est limité, formant dix zones disposées par paires, dont les unes sont perforées et donnent passage aux pédicules, et les autres, entières, sont couvertes de mamelons sur lesquels s'attachent des épines également testacées. La bouche est placée au centre inférieur d'irradiation des dix zones ; l'anus s'ouvre soit en arrière, soit à l'opposite de la bouche. Tous les *Echinoidea*, sans exception, se tiennent la bouche en bas, et rampent ainsi sur le sol. Exemple : les *Oursins*.

Les importants travaux de MM Agassiz et Desor ont fait bien connaître

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 11 ; pour les noms, la synonymie et la répartition de ces espèces, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

cette division du règne animal ; et, à très-peu de modifications près, nous croyons devoir emprunter la méthode de ces savants. Si, en effet, la multiplicité des genres, chez des êtres si simples en apparence, effraye au premier abord, lorsqu'on les étudie avec soin, on reconnaît qu'ils sont tous, suivant les principes adoptés par ces auteurs, parfaitement circonscrits, quoique établis sur des caractères d'inégale valeur. Beaucoup d'entre eux, fondés sur des détails extérieurs sans importance zoologique, comme les mamelons des piquants, pourraient n'avoir motivé que des groupes d'espèces dans les genres, afin d'en simplifier l'étude ; mais, nous le répétons, nous apprécions trop les recherches de M. Agassiz pour vouloir y rien changer.

Nous avons dit que dans la station normale, les Échinoïdes se tenaient la bouche en bas. Nous allons maintenant donner quelques explications relatives aux différentes parties considérées d'après cette station. On désigne comme partie *inférieure a* (*fig.* 266, 270), le côté où la *bouche* est ordinairement centrale ; comme *supérieure b*, le côté opposé ; comme *postérieure* ; la région où se trouve *l'anus c*, et comme *antérieure*, la partie opposée *d*. On appelle *ambulacre* l'espèce d'étoile plus ou moins régulière que forment les dix séries de *pores* qui divergent du *sommet* ou centre supérieur vers les bords, qu'elle soit ou non limitée *e*, *e* (*fig.* 266). Lorsque l'ambulacre forme de simples lignes, il est *simple* (*fig.* 270, 272, 279) ; lorsqu'il s'élargit, se circonscrit de manière à représenter les pétales d'une fleur, il est *pétaloïde* (*fig.* 274, 275). Au sommet supérieur sont de petites pièces diverses, symétriquement disposées. Les unes, plus grandes, ont été désignées comme des *plaques génitales* (*fig.* 276, 277) ; les autres, plus extérieures, comme des *plaques ocellaires* (*fig.* 277). On voit, chez quelques genres, une pièce impaire, qu'on nomme *plaque suranale* (*fig.* 277). Les ouvertures de cette région sont les *pores génitaux* et les *trous ocellaires*. Quelques genres ont des bandelettes d'apparence lisse, qu'on désigne sous le nom de *fasciole* (*fig.* 267), lorsque ces bandelettes entourent les pétales ambulacraires ; elles sont *péripétales*, et *sous-anales* lorsqu'elles sont au-dessous de l'ouverture anale.

La surface des Échinoïdes est, à l'état vivant, couverte de parties allongées testacées auxquelles on a donné le nom de *piquants*, de *pointes* (*fig.* 280). Ces piquants sont mobiles et attachés à la surface extérieure de l'Oursin, sur une saillie mamelonnée appelée *tubercule a* (*fig* 279). Lorsque ce tubercule est pourvu, au milieu, d'une ouverture, on le dit *perforé* ; lorsque cette ouverture manque, on dit qu'il est *imperforé*. Un bourrelet entoure ordinairement les tubercules ; il est *lisse* ou *crénelé*.

Au milieu des erreurs nombreuses d'étages et de localités provenant des fausses indications données à MM. Agassiz et Desor par beaucoup de

personnes différentes, et reproduites dans leur catalogue de 1847, nous avons tâché, d'après nos propres recherches, de ramener les espèces à leur véritable zone géologique. Nous avons dû également supprimer ici toutes les espèces de ces auteurs qui n'avaient pas d'étages assez certains pour pouvoir les indiquer dans ce travail essentiellement stratigraphique.

§ 974. 1re famille : Ananchytidæ. Ambulacres simples non pétaloïdes, à sommets disjoints séparés; les plaques ocellaires, au lieu de s'intercaler dans les angles des pièces génitales, se placent avec elles sur une même ligne. Bouche subpentagonale, ou bilabiée. Point de fascioles. Les genres sont des terrains jurassiques et crétacés.

§ 975. G. *Dysaster*, Agassiz. Ce genre est parfaitement caractérisé par les ambulacres pairs formés de parties séparées, deux en avant, deux en arrière. Nous connaissons, de ce genre perdu, 20 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage oxfor-

Fig. 266. Dysaster Eudesii

dien ; les dernières, de l'étage néocomien. Toutes les espèces sont des terrains jurassiques et crétacés (*fig.* 266).

§ 976. G. *Hemipneustes*, Agass. Ce sont des *Holaster* dont le test est élevé, dont les ambulacres sont formés de zones porifères inégales. On en connaît 1 seule espèce fossile, de l'étage sénonien.

§ 977. G. *Ananchytes*, Lamarck. Test ovale, élevé, sans sillon antérieur. Nous connaissons, de ce genre perdu, 8 espèces de l'étage sénonien.

§ 978. G. *Holaster*, Agass. Test cordiforme, mince, pourvu d'un sillon antérieur ; ambulacres convergents. Nous connaissons, de ce genre perdu, 25 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien ; les dernières et le maximum, à l'étage sénonien.

§ 979. 2e famille : Spatangidæ. Bouche bilabiée sans mâchoires ; anus postérieur. Cinq ambulacres pétaloïdes divergents, dont l'impair diffère des autres. Deux genres de tubercules : les uns simples, les autres crénelés et perforés ; quatre pores génitaux. Cinq trous ocellaires.

Des fascioles formées de plus petits tubercules. Les genres, inconnus dans les terrains jurassiques, sont des terrains crétacés et tertiaires.

§ 980. G. *Toxaster*, Agassiz. Des tubercules miliaires et d'autres plus gros; bouche non labiée. Ambulacre impair dans un sillon profond. On connaît, de ce genre perdu, 6 espèces fossiles: les premières, et le maximum, à l'étage néocomien ; les dernières, à l'étage albien.

§ 981. G. *Micraster*, Agassiz. Ambulacres peu profonds, sommet excentrique. Point de fasciole péripétale ; une fasciole sous-anale. On connaît, de ce genre perdu, 16 espèces fossiles : les premières, de l'étage albien; le maximum, à l'étage sénonien ; les dernières, peut-être de l'étage suessonien.

§ 982. G. *Schizaster*, Agassiz. Ce sont des *Hemiaster* dont les sillons ambulacraires sont profonds et dont la fasciole péripétale est bifurquée sur le côté et va entourer l'anus. On en connaît 14 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage suessonien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 983. G. *Hemiaster*, Desor. C'est un *Brissopsis*, sans fasciole sous-anale. On connaît, de ce genre perdu, 33 espèces fossiles : les premières, de l'étage albien ; le maximum, à l'étage suessonien ; la dernière, de l'étage subapennin.

§ 984. G. *Brissopsis*, Agassiz. C'est un *Brissus* à sommet submédian, à ambulacres courts et larges. Écusson sous-anal distinct. Nous connaissons 8 espèces fossiles : les premières, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 985. G. *Brissus*, Klein. Forme ovale, sommet excentrique. Ambulacres pairs, étroits, logés dans un sillon. Fasciole péripétale très-sinueuse. On connaît 6 espèces fossiles : les premières, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les régions chaudes tropicales des mers actuelles.

§ 986. G. *Amphidetus*, Agassiz. C'est un *Spatangus* dont une fasciole en fer à cheval entoure l'ambulacre impair, en le séparant pour ainsi dire des autres. On en connaît 3 espèces fossiles : les premières, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 987. G. *Gualtieria*, Desor. Ce sont des *Eupatagus*, dont la fasciole péripétale coupe les ambulacres. De gros tubercules autour de la bouche. On connaît 1 seule espèce fossile, de l'étage suessonien (*fig.* 267).

Fig. 267. Gualtieria Orbignyana.

§ 988. G. *Eupatagus*, Agassiz. Ovale ; ambulacres inégaux; de gros tu-

bercules entre les pétales limités par la fasciole péripétale. De larges bandes nues à la face inférieure. On en connaît 10 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage suessonien ; une espèce vivante est de la Nouvelle-Hollande.

§ 989. *Macropneustes*, Agassiz. Pétales ambulacraires allongés, ouverts. Une fasciole latérale passant au-dessus de l'anus. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage suessonien ; les dernières, à l'étage parisien.

§ 990. G. *Spatangus*, Klein. Ambulacres pairs formés de pétales larges, dont le bord antérieur est oblitéré. Ambulacre impair logé dans un profond sillon. Point de fasciole péripétale, une fasciole sous-anale. Lèvre de la bouche composée de plaquettes polygonales. On connaît 12 espèces fossiles : les premières, de l'étage suessonien ; le maximum, à l'étage falunien. Les espèces vivantes sont des parties profondes des mers.

§ 991. 3e famille : NULEOLITIDÆ. Cette famille diffère des *Galeritidæ* par les ambulacres, qui sont pétaloïdes. Les genres sont des terrains jurassiques, crétacés et tertiaires.

§ 992. G. *Conoclypus*, Agassiz. Forme renflée, ovale. Anus inframarginal allongé ; bouche médiane, pentagone, entourée de bourrelets. On connaît, de ce genre perdu, 11 espèces fossiles : les premières de l'étage sénonien ; le maximum, à l'étage suessonien ; les dernières, de l'étage falunien.

§ 993. *Amblypygus*, Agassiz. C'est un *Conoclypus* dont l'anus est inférieur. On connaît 2 espèces fossiles de l'étage suessonien.

§ 994. G. *Echinolampas*, Gray. Forme allongée ou discoïdale, à sommet excentral ; anus transversal. On en connaît 9 espèces fossiles : la première, de l'étage sénonien ; le maximum, à l'étage parisien ; les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 995. G. *Pygurus*, Agass. Forme ronde ou ovale ; zones porifères larges ; bouche pentagonale, entourée de bourrelets et d'une rosette de pores ; anus longitudinal. On connaît, de ce genre perdu, 40 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage suessonien ; les dernières, à l'étage subapennin.

§ 996. G. *Pygorhynchus*, Agass. Anus latéro supérieur ; bouche centrale, pentagonale, pourvue de bourrelets et d'une rosette de pores ; forme allongée. On connaît, de ce genre perdu, 13 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage suessonien ; les dernières, de l'étage parisien.

§ 997. G. *Archiacia*, Agass. Pétales courts ; anus grand, inframarginal ; face inférieure concave ; bouche étoilée, sans bourrelets ; forme subtrigone oblique. On connaît, de ce genre perdu, 2 espèces fossiles : l'une, de l'étage cénomanien ; l'autre, de l'étage turonien.

§ 998. G. *Pygaulus*, Agass. Forme cylindrique renflée; bouche centrale, pentagone, sans bourrelets et sans rosettes; anus saillant. Nous connaissons, de ce genre perdu, 7 espèces : les premières, de l'étage néocomien; le maximum, à l'étage cénomanien; la dernière, de l'étage sénonien (*fig.* 268).

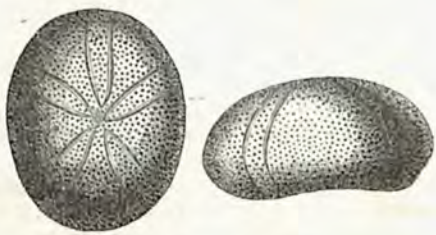


Fig. 268. Pygaulus Moulinsii.

§ 999. G. *Catopygus*, Agass. Ce sont des *Cassidulus* renflés, dont l'anus est supérieur. On connaît, de ce genre perdu, 9 espèces : la première, de l'étage albien; le maximum et les dernières, de l'étage sénonien.

§ 1000. G. *Cassidulus*, Lamarck. Forme allongée; bouche bordée de bourrelets et munie d'une rosette de pores buccaux; anus supérieur; les pores ne sont pas réunis par des sillons. On en connaît 3 espèces fossiles de l'étage sénonien, et deux espèces vivantes aux Antilles.

§ 1001. G. *Clypeus*, Klein. Il diffère des Nucléolites par la bouche centrale, entourée de bourrelets. On connaît, de ce genre perdu, 6 espèces : les premières et le maximum, à l'étage bajocien; les dernières, de l'étage kimméridgien.

§ 1002. G. *Nucleolites*, Lamarck. Forme subcarrée, anus supérieur, logé ou non dans un sillon; bouche pentagonale, non étoilée, sans bourrelets. On en connaît 31 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien; le maximum, à l'étage néocomien. L'espèce vivante est de la Nouvelle-Hollande.

§ 1003. 4e famille : Galeritidæ. Forme allongée ou subcirculaire, recouverte de petits tubercules; bouche centrale, pentagone ou déca-

Fig. 269. Hyboclypus gibberulus.

gone, sans mâchoires ni bourrelets; anus postérieur ou inférieur; cinq

plaques ocellaires et cinq plaques génitales ; ambulacres simples. Tous les genres sont des étages jurassiques et crétacés.

§ 1004. G. *Hyboclypus*, Agass. Forme élargie, déprimée ; anus dans un sillon supérieur; ambulacres disjoints; tubercules nombreux, perforés et crénelés. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : les premières et le maximum, à l'étage bajocien ; la dernière, à l'étage corallien (*fig.* 269).

§ 1005. G. *Nucleopygus*, Agass. C'est un nucléolite à ambulacres simples. On connaît 2 espèces fossiles, de ce genre perdu, à l'étage sénonien.

§ 1006. G. *Caratomus*, Agassiz. Bouche anguleuse, oblique ; anus inframarginal. On connaît, de ce genre perdu, 9 espèces : les premières et le maximum, à l'étage cénomanien ; les dernières, à l'étage sénonien.

§ 1007. G. *Pyrina*, Desmoulins (*Pyrina* et *Globator*, Agass.). Forme allongée ou circulaire ; anus supramarginal ; bouche pentagonale, oblique ; tubercules épars. Nous connaissons, de ce genre perdu, 11 espèces : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage sénonien ; les dernières, à l'etage danien.

§ 1008. G. *Galerites*, Lamarck. Forme renflée; bouche pentagone; anus marginal ou inframarginal ; tubercules principaux rares, non disposés régulièrement. Nous connaissons, de ce genre perdu, 12 espèces : les

Fig. 270. Galerites albogalerus.

premières, de l'étage albien ; le maximum et les dernières, à l'étage sénonien (*fig.* 270).

§ 1009. G. *Discoidea*, Gray. Bouche circulaire ; anus allongé, inférieur; tubercules crénelés et perforés par séries régulières. On connaît, de ce genre perdu, 12 espèces : les premières et le maximum, à l'étage albien; les dernières, de l'étage sénonien (*fig.* 271, 272).

§ 1010. G. *Holectypus*, Desor. Ce sont des *Pygaster*, dont l'anus est marginal ou inframarginal. Quatre pores génitaux qui, avec les plaques, forment un anneau autour de la plaque madréporiforme. On connaît, de

ce genre perdu, 14 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage bajocien ; les dernières, à l'étage turonien.

Fig. 271. Discoidea subuculus.

Fig. 272. Discoidea cylindrica.

§ 1011. G. *Pygaster*, Agass. Bouche décagone ; anus très-grand, supérieur ; tubercules perforés et crénelés, disposés en séries régulières. On connaît, de ce genre perdu, 10 espèces : les premières, de l'étage batho-

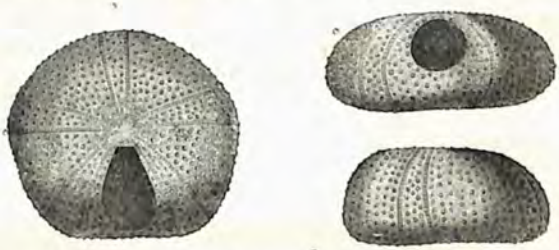


Fig. 273. Pygaster truncatus.

nien ; le maximum, à l'étage corallien ; les dernières, de l'étage cénomanien (*fig.* 273).

§ 1012. 5e famille : Clypeasteridæ. Oursins déprimés, pentagones, elliptiques ou circulaires, à test épais, revêtu de très-petites épines por-

tées par des tubercules serrés; bouche centrale, pentagone; anus postérieur, marginal ou inframarginal; ambulacres supérieurs, en forme de larges pétales; cinq plaques génitales, formant un cercle autour du corps madréporiforme; cinq plaques ocellaires. Les genres sont des terrains crétacés et tertiaires.

§ 1013. G. *Lenita*, Desor. Forme allongée, déprimée; pétales ouverts; pores non conjugués; face inférieure lisse, bouche ronde, anus supramarginal, quatre pores génitaux. On connaît, de ce genre perdu, 2 espèces fossiles de l'étage parisien.

§ 1014. G. *Fibularia*, Lamarck. Point de cloisons intérieures, et une forme renflée, ovoïde ou subsphérique. On connaît 1 espèce fossile de l'étage sénonien, et 3 vivantes.

§ 1015. G. *Echinocyamus*, Van Phels. Ce genre diffère des *Laganum*, par son anus rapproché de la bouche; pétales longs, ouverts, à pores non contigus. On en connaît 11 espèces fossiles : la première, de l'étage sénonien; le maximum, à l'étage parisien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 1016. G. *Scutellina*, Agass. Forme elliptique très-déprimée; pétales convergents, non fermés, à pores non conjugués, à bouche ronde; anus marginal, quatre pores génitaux. On connaît, de ce genre perdu, 5 espèces de l'étage parisien.

§ 1017. G. *Runa*, Agass. Forme allongée, renflée; ambulacres divergents; pores ambulacraires, non conjugués; aires interambulacraires, profondément entaillées; quatre pores génitaux, sillons inférieurs droits. On connaît, de ce genre perdu, 2 espèces : les premières et le maximum, à l'étage falunien; la dernière, à l'étage subapennin.

§ 1018. G. *Lobophora*, Agass. Ce sont des *Scutelles*, pourvues d'ouvertures au milieu du test, à sillons inférieurs peu ramifiés, et dont l'anus est inférieur. On en connaît 4 espèces fossiles de l'étage falunien; le maximum dans les mers chaudes actuelles.

§ 1019. G. *Scutella*, Lamarck. Forme circulaire, très-déprimée; pétales

Fig. 274. Scutella subrotunda.

presque fermés; sillons inférieurs ramifiés, sinueux; bouche non ex-

cavée; anus marginal; quatre pores génitaux. On connaît, de ce genre perdu, 7 espèces de l'étage falunien (*fig.* 274).

§ 1020. G. *Echinarachnius*, Van Phels. Forme discoïdale, déprimée; pétales ouverts; sillons ambulacraires de la face inférieure, droits, peu ramifiés; bouche non creusée; anus marginal. On connaît 3 espèces fossiles : la première, de l'étage parisien; et 2 autres, de l'étage falunien. On connaît trois espèces vivantes dans les mers chaudes.

§ 1021. G. *Laganum*, Klein. Forme pentagonale ou ovoïde; pétales étroits; quatre ou cinq pores génitaux contigus au corps madréporiforme; bouche non creusée; anus inférieur. On en connaît 2 espèces fossiles de

Fig. 275. Laganum reflexum.

l'étage parisien; le maximum dans les mers actuelles des Antilles et de l'Inde (*fig.* 275).

§ 1022. G. *Clypeaster*, Lamarck. Pentagone, aplati en dessous, pourvu de cinq sillons qui correspondent aux grands pétales ambulacraires circonscrits; anus inframarginal; bouche pentagonale dans un creux; cinq pores génitaux au sommet des ambulacres, non contigus au corps madréporiforme. On en connaît 16 espèces fossiles de l'étage falunien, où se trouve le maximum. Les espèces vivantes sont des mers tropicales.

§ 1023. 6e famille : Echinidæ. Test mince; tubercules nombreux, perforés ou non, portant des piquants subulés; pores par paires simples ou multiples, obliques ou en arc.

§ 1024. G. *Heliocidaris*, Desmoul. Déprimé, à tubercules saillants imperforés, sans crénelures; pores nombreux, irrégulièrement distribués le long des ambulacres, excepté à la face inférieure, où ils forment trois rangées parallèles qui occupent l'aire. On en connaît une espèce fossile de l'étage corallien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 1025. G. *Pedinà*, Agass. Tubercules perforés et crénelés, comme chez les *Diadema*; trois paires de pores obliques. On connaît, de ce genre perdu, 5 espèces : la première, de l'étage bajocien; la dernière, de l'étage turonien.

§ 1026. G. *Echinus*, Linné. Tubercules égaux sur les deux aires, pores par rangées transversales obliques; en dessus quatre plaques paires,

égales, et une plaque impaire plus grande; anus formé de petites plaquettes irrégulières. On en connaît 21 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1027. G. *Tripneustes*, Agass. Tubercules peu saillants, pores sur trois doubles rangées verticales bien séparées. On en connaît 2 espèces fossiles de l'étage falunien ; le maximum dans les mers actuelles des Antilles et de l'Inde.

§ 1028 G. *Polycyphus*, Agass. Tubercules uniformes partout ; pores par triples paires obliques, du reste semblables aux *Arbacia*. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : les premières et le maximum, à l'étage bathonien ; la dernière, de l'étage sénonien.

§ 1029. G. *Glypticus*, Agass. Pores simples dans toute leur longueur, les aires interambulacraires sont pourvues d'aspérités irrégulières au lieu de tubercules ; les tubercules des aires ambulacraires sont réguliers, imperforés et sans crénelure à leur base. On connaît, de ce genre perdu, 3 espèces fossiles : la première, de l'étage corallien; la seconde, de l'étage kimméridgien ; la dernière, de l'étage sénonien.

§ 1030. G. *Temnopleurus*, Agass. Ce genre diffère des *Salmacis*, par ses impressions qui lui donnent un aspect sculpté. L'espèce fossile est de l'étage falunien ; les espèces vivantes sont de l'Inde et des îles Galapagos.

§ 1031. G. *Salmacis*, Agass. Pores ambulacraires par doubles paires ; tubercules crénelés, mais non perforés, par séries horizontales sur chaque plaque interambulacraire. Des pores à la jonction des plaques coronales. On connaît 2 espèces fossiles : la première, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les mers actuelles de l'Inde et de la Chine.

§ 1032. G. *Codiopsis*, Agass. Test lisse, pourvu de tubercules à la base seulement. On connaît, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage cénomanien.

§ 1033. G. *Cœlopleurus*, Agass. Les tubercules des aires interambulacraires ne dépassent pas la moitié inférieure ; tubercules épineux. On connaît, de ce genre perdu, 5 espèces : les premières, de l'étage suessonien; le maximum et les dernières, de l'étage parisien.

§ 1034. G. *Eucosmus*, Agass. Ce genre diffère des *Arbacia*, par la présence d'une seule rangée de tubercules sur les aires ambulacraires. On connaît, de ce genre perdu, 1 seule espèce de l'étage corallien.

§ 1035. G. *Arbacia*, Gray. Ce sont des *Echinopsis* dont la base des tubercules non perforés est lisse ; deux rangées de tubercules sur les aires ambulacraires. On connaît, de ce genre perdu, 6 espèces : les premières, de l'étage néocomien; les dernières, de l'étage subapennin.

§ 1036. G. *Echinopsis*, Agass. Ce sont des *Diadema* à tubercules per-

forés, mais non crénelés. On connaît, de ce genre perdu, 1 seule espèce de l'étage parisien.

§ 1037. G. *Cyphosoma*, Agass. Ce sont des *Diadema*, dont les tubercules sont crénelés, mais imperforés. On connaît, de ce genre perdu, 11 espèces : la première, de l'étage turonien ; le maximum et les dernières, à l'étage sénonien.

§ 1038. G. *Hemidiadema*, Agass. Ce sont des *Diadema* pourvus d'une seule rangée de tubercules sur les aires ambulacraires. On connaît, de ce genre perdu, une seule espèce de l'étage albien.

§ 1039 G. *Diadema*, Gray. Ce sont des *Echinus* pourvus de deux rangées de gros tubercules crénelés et perforés sur les aires ambulacraires, comme sur les aires interambulacraires ; baguettes annelées, longues. On en connaît 45 espèces fossiles : les premières, de l'étage sinémurien ; le maximum, à l'étage cénomanien. Les espèces vivantes sont des mers chaudes.

§ 1040. 7e famille : Salenidæ. Cette famille, voisine des *Cidaris*, s'en distingue par un large écusson placé au sommet du disque, composé de plaques génitales, de plaques ocellaires, et d'une plaque suranale ; ambulacres étroits ; tubercules gros ; pores ambulacraires par simples paires. Les genres sont des terrains jurassiques crétacés et tertiaires.

§ 1041. G. *Goniopygus*, Agass. Ce sont des *Salenia* à disque composé de dix pièces, et, dès lors, sans plaque suranale, dont les tubercules sont imperforés. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : la première, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage cénomanien ; la dernière, de l'étage sénonien (*fig.* 276).

Fig. 276. Goniopygus major.

§ 1042. G. *Acrosalenia*, Agass. Ce sont des *Salenia* à disque petit, dont les tubercules sont crénelés et perforés. On connaît, de ce genre perdu, trois espèces : la première, de l'étage bajocien ; la seconde, de l'étage bathonien ; la dernière, de l'étage corallien.

§ 1043. G. *Peltastes*, Agass. Ce sont des *Salenia* dont la pièce suranale est placée du côté opposé à l'ouverture anale. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : 2, de l'étage néocomien ; 2, de l'étage cénomanien.

§ 1044. G. *Goniophorus*, Agass. Ce sont des *Salenia* avec des côtes

anguleuses au disque. On connait, de ce genre perdu, 2 espèces de l'étage cénomanien.

§ 1045. G. *Salenia*, Gray. Disque circulaire, à pourtour ondulé, composé de onze plaques dont la suranale est près de l'ouverture anale. On

Fig. 277. Salenia personata.

connait, de ce genre perdu, 10 espèces fossiles : la première, de l'étage néocomien; le maximum et les dernières, de l'étage sénonien (*fig.* 277).

§ 1046. 8e famille : Cidaritidæ. Test épais, circulaire; tubercules interambulacraires, peu nombreux, gros, crénelés et perforés, portant de grosses pointes; pores par simples paires; bouche centrale inférieure; anus opposé, entouré de cinq plaques génitales et de cinq plaques ocellaires. Les genres sont de tous les terrains jusqu'aux mers actuelles.

§ 1047. G. *Palæchinus*, M'Coy, 1844. Ce sont des Echinides, ovales verticalement ou déprimés, qui ont cinq ou six séries longitudinales de

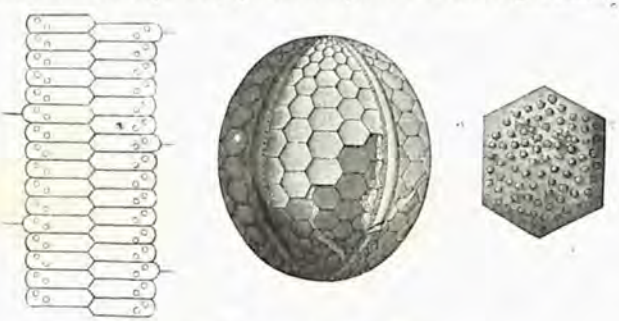


Fig. 278. Echinocrinus ellipticus.

pièces hexagones entre chaque ambulacre. On connait, de ce genre perdu, 6 espèces de l'étage carbonifèrien.

§ 1048. G. *Echinocrinus*, M'Coy, 1844 (*Palæocidaris*, Desor, 1847). Les mamelons des tubercules ont à leur base un second renflement annulaire. On connait, de ce genre perdu, 6 espèces de l'étage carbonifèrien (*fig.* 278).

§ 1049. G. *Acr*[illegible]*peltis*, Agass. Ce sont des *Acrocidaris* dont les tuber-

cules sont lisses et imperforés. On connaît, de ce genre perdu, 1 seule espèce de l'étage corallien.

§ 1050. G. *Acrocidaris*, Agass. De gros tubercules perforés et crénelés sur toute la longueur des aires ambulacraires ; un tubercule perforé sur chacune des plaques génitales. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : la première, de l'étage bathonien ; les dernières et le maximum, à l'étage corallien.

§ 1051. G. *Hemicidaris*, Agass. Ce sont des *Cidaris* pourvus de tuber-

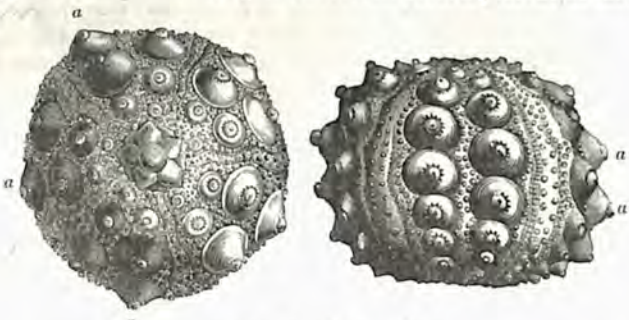


Fig. 279. Hemicidaris crenularis.

cules crénelés et perforés à la base des aires ambulacraires, portant des baguettes lisses. On connaît, de ce genre perdu, 19 espèces : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage corallien, les dernières, à l'étage turonien (*fig.* 279).

§ 1052. G. *Cidaris*, Lamarck. Aplati en dessus et en dessous ; test épais ; aires ambulacraires étroites, couvertes de petits tubercules serrés, pores par simples paires ; de gros tubercules perforés sur les aires interambulacraires, portant de lourdes baguettes. On en connaît 88 espèces fossiles : les premières, de l'étage carbonifèrien ; le maximum, dans les mers des régions chaudes actuelles (*fig.* 280).

Fig. 280. Cidaris glandiferus (Baguette).

Résumé paléontologique sur les Échinodermes échinides.

§ 1053. **Comparaison générale**. Au premier aperçu on voit dans notre tableau n° 11 (les genres sans astérisques) de la répartition des Échinides dans les couches terrestres, qu'inconnus dans les trois premiers étages paléozoïques, leurs genres montrent ensuite une progression croissante, il est vrai plus apparente que réelle ; car c'est plutôt un rem-

placement successif et régulier de formes, depuis leur première apparition jusqu'à l'époque actuelle.

§ 1054. **Comparaison des familles entre elles.** Nous allons comparer les familles entre elles, afin de nous assurer si l'ensemble a suivi la même marche dans l'ordre d'apparition.

Les *Cidaritidæ* ont commencé à se montrer avec l'étage carbonifé-rien. Il y a eu 3 genres dans les terrains paléozoïques; 2 dans les terrains triasiques; 3 dans les terrains jurassiques; 2 dans les terrains crétacés; 1 dans les terrains tertiaires; et 2 seulement sont vivants actuellement. Dès lors les *Cidaritidæ* ne seraient pas restées stationnaires depuis leur première apparition sur le globe, mais seraient en voie décroissante depuis les terrains paléozoïques.

Les *Echinidæ* ont leur premier genre dans l'étage sinémurien, l'ensemble en étant ainsi réparti : 6 genres dans les terrains jurassiques; 9 dans les terrains crétacés; 8 dans les terrains tertiaires; et 18 dans les mers actuelles. Les *Echinidæ* ont donc marché, et sont encore dans une voie croissante de multiplication de formes zoologiques.

Les *Salenidæ* ont leur premier genre dans l'étage bajocien. On en voit 1 genre dans les terrains jurassiques; 4 dans les terrains crétacés; aucun dans les terrains tertiaires, ni à l'époque actuelle. C'est donc une famille éteinte depuis l'époque crétacée, et dès lors doublement en voie décroissante de multiplicité de formes génériques.

Les *Ananchytidæ* ont leur premier genre à l'étage bajocien; un genre dans les terrains jurassiques; 4 dans les terrains crétacés; aucun dans les terrains tertiaires, ni à l'époque actuelle. C'est donc encore une famille perdue depuis les terrains crétacés.

Les *Galeritidæ* ont leur premier genre à l'étage bajocien; 3 genres dans les terrains jurassiques; 7 genres dans les terrains crétacés; aucun dans les terrains tertiaires; et 1 seul à l'époque actuelle. Les *Galeritidæ* auraient donc eu leur maximum de développement générique avec les terrains crétacés, et seraient depuis dans une voie décroissante très-marquée.

Les *Nucleolitidæ* ont leurs premiers genres avec l'étage bajocien : 3 genres dans les terrains jurassiques, 8 dans les terrains crétacés, 5 dans les terrains tertiaires, 3 à l'époque actuelle. Les *Nucleolitidæ* auraient donc encore leur maximum de développement zoologique avec les terrains crétacés, et seraient, depuis cette époque, dans une voie décroissante de multiplicité de formes génériques.

Les *Spatangidæ* ont leurs premiers genres à l'étage néocomien : 3 genres dans les terrains crétacés, 10 dans les terrains tertiaires, et 9 à l'époque actuelle. Leur maximum serait aux terrains tertiaires; et l'on pourrait croire que la voie décroissante commence pour eux dès cette époque

Les *Clypeastridæ* ont leur premier genre avec l'étage sénonien : 2 genres dans les terrains crétacés, 8 dans les terrains tertiaires, et 10 dans les mers actuelles. Cette famille, sous le rapport de son développement de formes zoologiques, serait dans une voie *stationnaire ou peu croissante*.

En résumé, 2 familles : les *Salenidæ* et les *Ananchytidæ* ont commencé ensemble avec l'étage bajocien, et ont cessé de se montrer avec les terrains crétacés. Elles sont perdues pour l'époque actuelle.

4 familles : les *Cidaritidæ*, les *Galeritidæ*, les *Nucleolitidæ* et les *Spatangidæ*, dont la première a commencé avec l'étage carbonifèrien, 2 avec l'étage bajocien, et la dernière avec l'étage néocomien, sont en voie décroissante de développement de formes zoologiques.

2 familles : les *Echinidæ* et les *Clypeastridæ*, sont seules en voie croissante de développement zoologique, tandis que 6 familles sur 8 seraient, au contraire, ou perdues, ou en voie décroissante. Pris, suivant les familles, les Échinodermes en général seraient dans la voie décroissante de développement zoologique la plus marquée et la plus positive.

§ 1055. Considérés quant à leur degré de perfection progressif par rapport à leur ancienneté dans les couches terrestres, les Échinodermes *échinides* nous montrent des résultats curieux. Si en effet, avec tous les zoologistes, nous prenons pour les moins parfaits les genres qui offrent leurs parties rayonnées les plus régulières, nous verrons que les *Cidaritidæ* et les *Echinidæ* les plus réguliers sous ce rapport sont aussi les plus anciens sur le globe, ce qui serait parfaitement en rapport avec le perfectionnement progressif. En prenant, au contraire, pour les plus parfaits ceux qui se rapprochent le plus des formes paires, nous verrons que les *Ananchytidæ*, les *Nucleolitidæ* et les *Galeritidæ* se sont montrées 7 étages plus tard que les *Cidaritidæ* ; que les *Spatangidæ* ont paru 14 étages après ; et nous aurions encore ici, un argument en faveur de l'hypothèse du perfectionnement. Néanmoins, comme faits contraires à cette hypothèse, nous voyons, d'un côté, les *Echinidæ* les moins parfaits toujours en voie croissante, tandis que les *Ananchytidæ* les plus parfaits sont perdus avec les terrains crétacés et ne viennent pas jusqu'à nous; les *Spatangidæ*, les *Nucleolitidæ*, les *Galeritidæ*, bien plus parfaits que les *Echinidæ*, sont aussi en voie décroissante. Tout compensé, les Échinides apportent certainement des faits contraires à cette hypothèse de perfectionnement des êtres en marchant des âges anciens aux plus modernes.

§ 1056. **Déductions zoologiques générales.** (Voyez tableau n° 11.) Comparés dans leur ensemble numérique, sans avoir égard aux familles, les genres d'Échinides nous donnent les résultats suivants : les terrains paléozoïques offrent 3 genres ; les terrains triasiques 2 ; les terrains ju-

rassiques 19; les terrains crétacés 39; les terrains tertiaires 33; tandis qu'on compte 42 genres à l'époque actuelle. En n'ayant égard qu'aux genres, les Échinides connus auraient aujourd'hui une très-légère augmentation de nombre sur l'époque des terrains crétacés, augmentation qu'on pourrait à peine considérer comme un maximum : car on connaît certainement mieux les mers actuelles que les couches fossilifères du globe.

§ 1057. **Déductions climatologiques comparées.** Ici encore les mêmes conclusions que pour les Mammifères (§ 242), c'est-à-dire que la distribution isotherme des genres dans les âges géologiques ne suit en rien la distribution actuelle. En effet, aujourd'hui les *Diadema*, les *Cassidulus*, les *Echinolampas*, les *Salmacis*, les *Laganum*, les *Temnopleurus*, les *Tripneustes*, etc., etc., sont des mers tropicales de l'Inde, des Antilles, etc., tandis qu'ils se trouvent fossiles en France, en Angleterre, en Allemagne, où la température n'est pas celle de la zone torride. Ainsi donc, aucun doute que la chaleur centrale n'eût neutralisé les zones isothermes de latitude jusqu'aux derniers âges des terrains tertiaires.

§ 1058. **Déductions géographiques comparées.** Nous remarquons encore ici les mêmes confirmations (§ 243), c'est-à-dire qu'on trouve fossiles sur tous les points de notre Europe des genres propres aujourd'hui à la Nouvelle-Hollande, aux Indes et à l'Amérique, tels que les genres *Nucleolites*, *Eupatagus*, *Laganum*, *Diadema*, *Cassidulus*, *Salmacis*, *Temnopleurus*, etc., etc. La distribution géologique n'a donc aucun rapport avec la distribution géographique actuelle.

Déductions géologiques générales d'applications tirées des genres. *Les caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont d'autant plus certains pour les Échinides, qu'aucun des genres ne traverse tous les étages, et qu'au contraire les 71 genres connus à l'état fossile sont cantonnés dans les étages, et donnent, pour les terrains et pour les étages où ils ne se trouvent pas, de très-bons caractères négatifs.

Les caractères stratigraphiques positifs (§ 245) sont également très-prononcés pour les *Échinides*, puisque les 71 genres sont limités dans les étages, et offrent de bons caractères stratigraphiques pour les terrains et les étages où ils se sont montrés. Ces caractères sont d'autant plus positifs, que sur ces genres, 49 sont perdus pour l'époque actuelle. La *persistance des caractères positifs* est également la même pour les Échinides. Les genres *Cidaris*, *Diadema*, *Hemiaster*, *Echinolampas*, etc., etc., de notre tableau, le prouveront parfaitement.

Les *déductions géologiques tirées des espèces*, chez les Échinides, sont identiques à ce que nous avons dit des autres séries animales. A très-peu d'exceptions près, les 695 espèces fossiles que nous avons pu rap-

porter à des étages géologiques certains, sont caractéristiques de ces étages.

2me Ordre. ASTEROIDEA.

§ 1059. Corps stelliforme, déprimé, pourvu de cinq ou plus de bras creux, qui ne sont que la continuité du corps et aident à contenir les viscères. Une bouche, servant en même temps d'anus; des pédicules respiratoires rétractiles. Charpente osseuse testacée extérieure, composée de plaques solides, plus ou moins espacées, dont le nombre et la forme sont très-variables et portent des épines testacées; une plaque madréporiforme; la bouche est placée au centre inférieur; point de réunion de sillons qui occupent la face inférieure des bras, et où sont placés les pédicules. Tous les *Asteroïdes*, sans exception, se tiennent la bouche en bas, et rampent ainsi sur le sol. Exemple : l'*Étoile de mer*.

§ 1060. 1re famille : Asteridæ. Nous plaçons, dans cette famille, les genres dépourvus de pièces testacées marginales extérieures, et ayant seulement des pièces testacées éparses, implantées dans le derme.

Fig. 281. Asteria lumbricalis.

§ 1061. G. *Asteria*, Linck, 1733 (non Agassiz, 1836; G. *Stellonia*, Nardo, 1834; *Pentasteria*, Blainville, 1834; *Uraster*, Agassiz). Corps en forme d'étoile découpée, couvert de pièces espacées, portant de petites épines plus ou moins saillantes. On connaît 2 espèces fossiles, de l'étage liasien; le maximum, dans les mers actuelles (*fig.* 281).

§ 1062. 2e famille : Crenasteridæ. Corps stelliforme, découpé ou non, déprimé, pourvu tout autour de pièces testacées régulières extérieures, serrées les unes contre les autres, et de petites pièces éparses en dessus.

§ 1063. G. *Crenaster*, Luid, 1699; *Atropecten*, Linck, 1733; *Pentasteria*, Blainville, 1834; *Asteria*, Agassiz, 1836 (non Linck, 1733). Le corps en étoile, la face supérieure tessellée et les rayons déprimés, bordés de deux rangées de larges plaques portant de petites épines. Nous en connaissons 13 espèces fossiles : les premières, de l'étage liasien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1064. G. *Cœlaster*, Agassiz, 1836. Ce genre diffère des *Crenaster* en ce que la cavité intérieure est circonscrite par des plaques disposées comme celles des Oursins, et au sommet desquelles on aperçoit une étoile d'am-

bulacre. Ce genre perdu a offert 5 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage silurien ; les dernières, à l'étage bathonien.

§ 1065. G. *Pleuraster*, Agassiz, 1836. Ce genre paraît être voisin des *Crenaster*, mais seulement pourvu d'une seule rangée de pièces externes. On en connaît 2 espèces fossiles : l'une de l'étage conchylien, l'autre de l'étage oxfordien (*fig.* 282).

Fig. 282. Pleuraster obtusus.

§ 1066. G. *Pentetagonaster*, Linck, 1733 (*Scutaster*, Blainville, 1834 ; *Goniaster*, Agassiz, 1836). Corps pentagonal, bordé d'une double série de larges pièces testacées, la face supérieure noueuse. Nous connaissons 17 espèces fossiles : les premières, de l'étage oxfordien ; le maximum se trouve à l'époque actuelle.

§ 1067. G. *Comptonia*, Gray, paraît être des *Cœlaster* pourvus de plaques sur le corps ; les paquettes marginales sont larges et ont des épines. Une seule espèce fossile de l'étage cénomanien.

Résumé paléontologique sur les Astéroïdes.

§ 1068. Nous avons trop peu de données pour entrer dans des considérations étendues. Nous nous bornerons à dire (*voy.* les genres marqués d'un * au tableau n° 11) que le premier genre connu s'est montré avec la première animalisation du globe, à l'étage silurien. On connaît 1 genre dans les terrains paléozoïques, 1 dans les terrains triasiques, 5 dans les terrains jurassiques, 3 dans les terrains crétacés, 1 dans les terrains tertiaires, et le maximum existe dans les mers actuelles ; ainsi les *Astéroïdes* seraient toujours dans une large voie croissante de développement générique, si nous connaissions toutes les espèces fossiles, mais tant de causes de destruction ont pu les anéantir, que ces données sont peu certaines.

3e Ordre. OPHIUROIDEA.

§ 1069. Corps discoïdal, distinct, déprimé, pourvu de bras non creux ; organes spéciaux de locomotion, et indépendants de la cavité viscérale. Une bouche servant en même temps d'anus ; des pédicules respiratoires rétractiles ; ovaires dans le disque. Charpente osseuse testacée, extérieure au corps, et formée quelquefois de plaques dont le nombre est déterminé ; sans plaque madréporiforme ; la bouche stelliforme est au centre. Les

bras, sans canal intérieur, sans sillons inférieurs, sont soutenus intérieurement par une série de pièces vertébrales centrales ; et, de plus, pourvus, en dehors, de nombreuses plaques ou d'épines disposées régulièrement. Les *Ophiuroïdes* se tiennent toujours la bouche en bas et rampent ainsi sur le sol.

§ 1070. G. *Ophiurella*, Agassiz, 1836. Disque à peine distinct ; caractère qui sépare ce genre des *Ophiura*. Aux bras, quatre rangées de grosses plaques (deux externes plus grosses) à la jonction desquelles sont de petites pièces ovales, par lignes, et de longues épines. Nous en connaissons 3 espèces fossiles des étages liasien, oxfordien et corallien.

§ 1071. G. *Palæocoma*, d'Orb. 1847. Ce sont des *Ophiura* à quatre rangées de plaques brachiales, sans petites pièces intermédiaires. Nous en

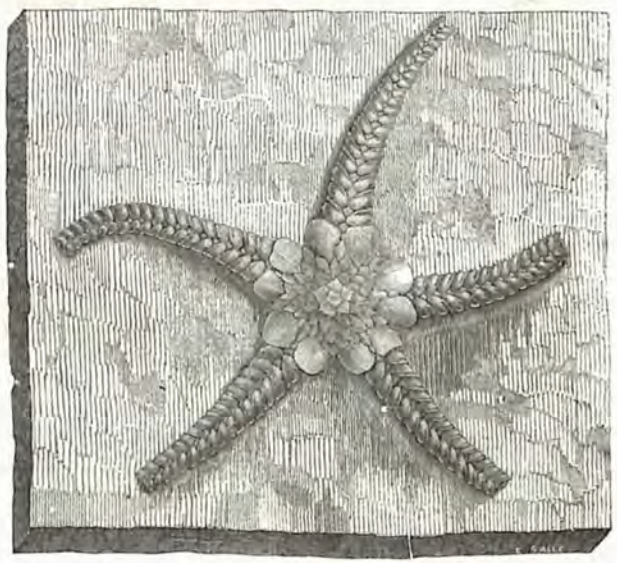


Fig. 283. Palæocoma Fustembergii.

connaissons 3 espèces fossiles : la première de l'étage liasien, et 2 de l'étage sénonien (*fig* 283).

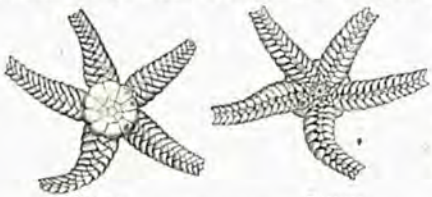
§ 1072. G. *Ophicoma*, d'Orb., 1847. Une seule rangée de gros articles aux bras, avec une petite pièce supérieure. Une seule espèce connue est de l'étage sénonien.

§ 1073. G. *Protaster*, Forbes, 1849. Corps couvert de petites écailles imbriquées égales ; cinq pièces formant étoile en dessus, d'où partent

des bras pourvus de plaques alternes entre lesquelles est une épine de chaque côté. L'espèce connue est de l'étage murchisonien.

§ 1074. G. *Acroura*, Agassiz, 1836. *Ophiura* pourvue, aux bras, de quatre rangées de pièces, entre lesquelles sont de petites écailles par lignes transverses. Nous connaissons, de ce genre perdu, 5 espèces fossiles : la première, de l'étage conchylien ; la dernière, de l'étage sénonien.

§ 1075. G. *Aspidura*, Agassiz. Corps couvert, en dessus, de dix plaques formant disque. Les bras pourvus de quatre rangées inégales de plaques, deux grandes latérales, deux petites au milieu ; point de pièces intermédiaires. Les 2 seules espèces connues sont de l'étage conchylien (*fig.* 284).



Dessus. Dessous.

Fig. 284. Aspidura loricata.

§ 1076. G. *Geocoma*, d'Orb., 1847. Genre voisin des *Ophiurella*, Agassiz, tel que nous le circonscrivons, mais sans petites pièces ovales de la base des épines. La seule espèce connue est de l'étage oxfordien.

§ 1077. G. *Aplocoma*, d'Orb., 1847. Genre voisin des *Acroura* pour la forme, mais avec une seule rangée de pièces en sautoir aux bras. La seule espèce connue est de l'étage conchylien, l'*A. Agassiz*, d'Orb. (*Acroura Agassiz*, Munster, 1831 *Beitr.*, 1, p. 99, pl. 11, f. 2.)

§ 1078. G. *Ophiura*, Lam. Après toutes ces distinctions, nous réservons, dans le genre *Ophiura*, les espèces pourvues de pièces aux bras comme les *Acroura*, mais dont le corps a le dessus couvert de petites écailles, et de deux pièces plus larges à la base des bras. On connaît 1 espèce fossile de l'étage liasien. Le maximum dans les mers actuelles.

Résumé paléontologique sur les Ophiuroïdes.

§ 1079. Le nombre restreint des genres (*voy.* les genres avec deux ** au tableau n° 11) ne nous permet pas d'autres généralités que les suivantes. Le premier genre connu s'est montré avec l'étage murchisonien. Les autres sont ainsi répartis : 2 dans les terrains paléozoïques, 3 dans les terrains triasiques, 5 dans les terrains jurassiques, 2 dans les terrains crétacés, tandis qu'un fort maximum se trouve dans les mers actuelles. Ainsi les *Ophiuroïdes* sont certainement encore dans une pleine voie de développement de formes zoologiques.

4e Ordre. CRINOIDEA.

§ 1080. Corps bursiforme, distinct, pourvu de cinq bras non creux ;

organes spéciaux de préhension et indépendants de la cavité viscérale. Une bouche, un anus distincts ; point de pédicules rétractiles ; ovaires à la base des bras, ou s'ouvrant par une ouverture spéciale. Charpente testacée très-épaisse, extérieure, plus ou moins régulière du côté de la bouche, mais toujours régulière du côté opposé ; formée de plaques testacées, solides, contiguës, dont le nombre est limité, et le plus souvent disposées sur cinq faces, dont une pièce centrale donne ou non naissance à une longue tige terminée par une racine fixe sur laquelle est porté l'ensemble (*fig.* 295). Jamais d'épines testacées articulées. La bouche est au centre supérieur; l'anus sur le côté. Les bras, pourvus en dessus d'un sillon, où sont des cils vibratiles qui conduisent les aliments à la bouche, sont formés, extérieurement, d'une série de pièces simples ou alternes inférieures, portant des ramules, mais toujours dépourvues de plaques ou d'épines. Les *Crinoïdea*, sans exception, qu'ils soient libres ou fixes, se tiennent la bouche en haut, les bras étendus, pour attendre leur proie, dans une position tout à fait opposée aux autres Échinodermes.

Les Crinoïdes, comme nous les envisageons, se distinguent nettement des autres Échinodermes par les modifications que détermine chez eux la station normale tout à fait opposée. En effet, nous avons vu les autres Échinodermes rester invariablement la bouche en bas; mais chez les Crinoïdes, toutes les parties sont disposées de manière à ce que la station normale soit la bouche et l'anus en l'air. Si les Oursins et les Astériens peuvent chercher leur proie en rampant sur le sol sous-marin, les Crinoïdes, au contraire, ne peuvent que l'attendre. Nous avons dit que les Crinoïdes étaient disposées de manière à vivre la bouche en haut ; en effet, nos observations sur les Comatules vivantes nous ont donné la preuve que, libres ou fixes, les genres que nous y réunissons avaient tous le même genre de vie. Les racines et la tige des Crinoïdes fixes s'opposent à ce qu'ils vivent autrement ; et l'analogie des espèces vivantes aux espèces fossiles nous donne la certitude que les Crinoïdes fixes vivaient sur les lieux rocailleux ou au milieu des bancs de coraux les plus profonds. Là, fixés par la racine, leur longue tige s'élevait verticalement, et leur calice, couronné de ses bras, s'épanouissait pour attendre la proie qui passait à leur portée. Les *Comatulidæ*, fixées dans leur jeune âge, comme les Crinoïdes fixes, sont libres ensuite ; mais alors elles se cramponnent au sol par les verticilles inférieurs de leur calice, qui remplacent, dans ce cas, la tige et la racine des autres, et épanouissent leurs bras. Chez les genres *Saccosoma* et *Marsupites*, que nous regardons encore comme des Crinoïdes, la saillie de leur calice globuliforme s'oppose à ce qu'il puisse être en dessus dans la reptation; nous devons donc croire que cette disposition particulière était propre à vivre sur les sédiments fins où les

autres Crinoïdes ne pouvaient se fixer. Là, le calice enfoncé dans le sable ou l'argile, ils déployaient probablement leurs bras comme ceux des Crinoïdes, portés sur une tige, ou comme les Comatules, cramponnés aux polypiers ou aux rochers. En résumé, on voit, chez les Crinoïdes, trois modifications déterminées par le mode d'existence : les uns, fixes au milieu des bancs de coraux, dans les grandes profondeurs des mers; les autres, libres, pouvant, au moyen de petits bras verticillés inférieurs, se fixer aux différents corps sous-marins solides; les troisièmes, disposés de manière à ce que leur corps bulbiforme s'enfonce dans les sédiments fins. Ces trois modifications nous amèneront graduellement des Astéries toujours libres aux plus imparfaits des Crinoïdes fixes, et nous serviront de divisions dans l'ensemble.

§ 1081. Avant de passer à ces divisions, nous devons faire connaître la terminologie que nous adoptons dans la description des parties d'un Crinoïde. Nous appelons *racine* (*a*, *fig.* 295), la partie rhizomorphe qui fixe l'animal au sol, et qui, isolée ou groupée, s'attache directement au sol par de véritables racines testacées. De cette racine, chez les Crinoïdes fixes, part une *tige* longue (*b*, *fig.* 295), formée d'*articles* (*c*, *c*, *fig.* 297, 292 et 289) pentagones, arrondis ou carrés, placés les uns sur les autres, percés d'un trou au centre, et articulés par des rayons ou par une étoile formée de saillies et de dépressions. A l'extrémité supérieure de cette tige est un ensemble de pièces testacées régulier, qui enveloppe, plus ou moins, les viscères et les protége : c'est le *calice* (*d*, *fig.* 295 et 296). Celui-ci, qui forme tout le sac viscéral chez quelques genres, n'en occupe que la partie inférieure chez quelques autres. Il se compose de pièces diverses, qui ont reçu des noms tirés de leur position. Les unes reposent immédiatement sur les derniers articles de la tige, chez les genres qui en sont pourvus, ou sur une pièce centrale qui la remplace chez les Crinoïdes libres : ce sont, pour nous, les *pièces basales* (*e*, *e*, *fig.* 294, 296). D'autres donnent naissance aux bras : ce sont les *pièces brachiales* (*f*, *f*, *fig.* 296). Entre les pièces basales et les pièces brachiales, se trouve un nombre plus ou moins grand de séries de pièces, disposées par anneaux : les *pièces intermédiaires* (*g*, *fig.* 296). Entre les rangées longitudinales des pièces intermédiaires, il en existe d'autres plus irrégulières, que nous désignerons comme *pièces accessoires* (*h*, *h*, *fig.* 293). Les pièces superposées qui, dans leur ensemble, composent les *bras* (*i*, *i*, *fig.* 295, 297), nous les appelons *articles brachiaux* (*j*, *j*, *fig.* 291). De ces bras plus ou moins longs et divisés en branches, partent alternativement, de chaque côté, d'autres petites branches courtes, uniformes, jamais divisées; nous les désignerons comme des *ramules* (*k*, *k*, *fig.* 291). Souvent en dedans des bras sont des pièces qui enveloppent les viscères, et que nous appellerons *pièces viscérales* (*l*, *fig.* 291). Cette terminologie

remplacera cet assemblage disparate de noms qui juraient ensemble, comme ceux de *tige*, de *calice*, de *bassin*, de *pièces costales*, *intercostales*, de *scapulaires*, de *main* et de *doigts*, employés par M. Miller.

§ 1082. 1re famille : Saccosomidæ, d'Orb. Cette famille sert de lien entre les *Ophiuroidea* et les *Crinoidea* ; en effet, les bras ici, comme

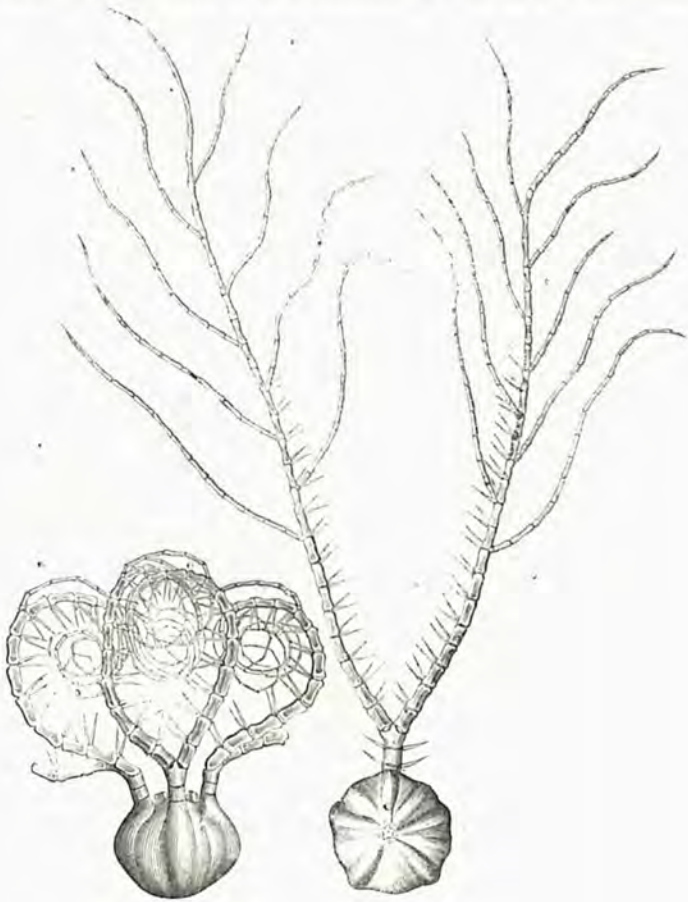


Fig. 285. Saccosoma pectinata.

chez les Ophiures, n'ont pas encore de canal supérieur. Le calice est bur-

siforme, sans verticilles, disposé pour s'enfoncer dans les sédiments fins, en conservant les bras en l'air. On ne connaît que le seul genre *Saccosoma*, Agassiz, 1836. Ses bras grêles, pinnés, sans canal, sont bifurqués jusqu'à leur base. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces de l'étage oxfordien (*fig.* 285).

§ 1083. 2e famille : MARSUPITIDÆ, d'Orb., qui ne comprend que le genre *Marsupites*, Miller, 1821. Ce sont des Crinoïdes libres, dont le calice forme une espèce de bourse, composée d'une pièce inférieure centrale, de cinq pièces basales, de cinq pièces intermédiaires et de cinq pièces brachiales minces, disposées de manière à contenir la plus grande partie des viscères. Cinq bras. La seule espèce connue est propre à l'étage sénonien de France et d'Angleterre.

§ 1084. 3e famille : COMATULIDÆ Cette famille se compose de Crinoïdes très-voisins des *Pentacrinus*, fixes dans le jeune âge (nous l'avons reconnu ainsi que M. Thomson), alors portés par une tige testacée ; mais plus tard, la partie supérieure se sépare, devient libre et forme la Comatule connue des auteurs. La pièce centrale, épaisse, conique, fixe à la tige lorsqu'elle existe, et libre ensuite, porte un grand nombre de ramules non canaliculés qui, placés sur plusieurs rangs, servent à l'animal à se cramponner aux corps solides sous-marins. Sur cette pièce centrale, des pièces diverses portent les bras au nombre de cinq, bifurqués ensuite une ou plusieurs fois.

§ 1085. G. *Decameros*, Linck, 1733 (*Alecto*, Leach ; *Antedon*, Fremînville ; *Phytocrinus*, Blainville). Nous réservons ce nom aux Comatules dont le calice se compose d'une pièce centrale épaisse, et sur laquelle s'appliquent immédiatement cinq pièces brachiales, sans pièces basales. Ramules de la pièce basale égaux. Nous connaissons 2 espèces de l'étage aptien ; le maximum a lieu à l'époque actuelle.

§ 1086. G. *Comatula*, Lamarck, 1816 ; *Glenocrinus*, *Solanocrinus*, Goldf., 1831 ; *Comaster*, Agassiz, 1836. Nous y conservons les espèces pourvues de cinq petites pièces basales, entre les cinq pièces brachiales et la pièce centrale épaisse, portant dix séries de ramules égales. Cinq bras bifurqués une ou plusieurs fois. Le calice, mal observé par M. Goldfuss, a servi à l'établissement de ses genres *Glenocrinus* et *Solanocrinus*. Nous connaissons 9 espèces fossiles : les premières, de l'étage bathonien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles, surtout dans les points profonds (*fig.* 286).

Fig. 286. Calice du Comatula costata.

§ 1087. G. *Pterocoma*, Agassiz, 1836; *Decacnemos*, Bronn, 1837. C'est pour tous les caractères, un *Decameros*, dont les ramules de la pièce basale sont inégaux et les ramules des bras très-longs. On en connaît une seule espèce de l'étage oxfordien.

§ 1088. G. *Comatulina*, d'Orb. Ce sont des Comatules, où il manque, à la fois, au calice les pièces brachiales et basales; où les bras s'articulent médiatement, sans intermédiaires, à la pièce centrale pourvue de ramules. La seule espèce connue est de l'étage oxfordien (*C. Costata*, d'Orb., Goldf., pl. 50, *fig.* 7, *c*).

§ 1089. 4e famille : PENTREMITIDÆ. Calice ovalaire, solide, pourvu de cinq ambulacres réunis supérieurement, chacun strié en travers, pourvu d'un sillon au milieu et d'un pore à son sommet. Tige grêle. Point de bras. Tous les genres sont perdus.

§ 1090. G. *Pentremites*, Say, 1820 (*Nucleocrinus*, Conrad; *Orbitremites*, Gray). Calice composé de *trois* séries de pièces : trois pièces basales, cinq pièces ambulacraires, et cinq pièces interambulacraires terminales. Nous en connaissons 13 espèces : les premières, de l'étage devonien; le maximum et les dernières, à l'étage carbonifèrien.

§ 1091. G. *Pentremitidæa*, d'Orb., 1847. Ce sont des Pentrémites dont le calice est composé de *deux* séries de cinq pièces, dont cinq pièces basales. On en connaît deux espèces de l'étage devonien (*fig.* 287.)

Fig. 287.
Pentremitidæa Schultii.

§ 1092. G. *Phyllocrinus*, d'Orb., 1847. C'est un *Pentremites* dont les cinq ambulacres sont creusés et divisent l'ensemble du calice en cinq feuilles, comme des pétales libres. Chaque ambulacre est supporté par une pièce séparée. La seule espèce connue est de l'étage néocomien.

§ 1093. 5e famille : APLOCRINIDÆ, d'Orb. Ce sont des *Pentremitidæ* pourvues de bras en dehors des ambulacres. Tous les genres sont perdus.

§ 1094. G. *Aplocrinus*, Steininger, 1837. Calice formé de quatre séries de pièces : cinq pièces basales, cinq pièces brachiales portant les ambu-

Fig. 288. Aplocrinus mespiliformis.

lacres. Bras très-grêles. Les deux espèces connues sont de l'étage devonien. (*fig.* 288).

§ 1095. G. *Dimorphicrinus*, d'Orb., 1847. C'est un *Aplocrinus* dont le calice est formé de deux séries de pièces : cinq pièces basales, cinq pièces brachiales. L'espèce connue est de l'étage carbonifèrien.

§ 1096. 6e famille : CUPRESSOCRINIDÆ, qui ne comprend que le genre *Cupressocrinus*, Goldfuss, 1832 (*Halocrinus*, Bronn, 1833). Calice élargi, cupuliforme, composé de trois séries de pièces : cinq pièces basales pentagonales, cinq pièces intermédiaires, et cinq pièces brachiales linéaires. Cinq bras simples, aplatis, larges, non divisés; tige quadrilobée. C'est de tous les genres celui qui rappelle le plus la forme des Astériens. Les 7 espèces connues sont de l'étage devonien. (*fig.* 289).

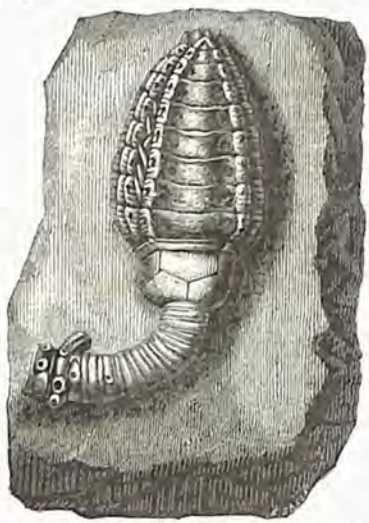


Fig. 288. Cupressocrinus crassus.

§ 1097. 7e famille : CYSTIDÆ, de Buch, 1844. Calice bursiforme, plus ou moins sphérique, composé de pièces polyédriques; percé, à la partie supérieure, d'une ouverture centrale, d'une seconde très-voisine de la première, et d'une troisième à gauche de l'ouverture centrale, formée de valvules élevées. Point de bras; une tige articulée. M. de Buch, qui a fait un très-important travail sur ces êtres singuliers, les divise en cinq genres, tous perdus.

§ 1098. G. *Echinosphærites*, Walenberg, 1821 (*Spheronites*, Hizinger, 1837). Calice sphérique, composé d'un nombre considérable de séries de pièces. Une ouverture supérieure, munie de pièces mobiles; deux autres ouvertures latérales; pièces polygonales très-nombreuses, pourvues de séries de pores. L'espèce connue est de l'étage devonien.

§ 1099. G. *Caryocystites*, de Buch. Calice sphérique, composé de quatre rangées de pièces : quatre pièces basales, deux grandes et deux petites; trois rangées de pièces, dont les deux premières sont composées de six pièces; des pores. Les deux espèces connues sont de l'étage silurien.

§ 1100. G. *Echino-encrinites*, Meyer, 1826 (*Gonocrinites*, Eichw., 1840 ; *Sycocystites*, de Buch, 1844). Calice composé de quatre rangées de pièces : quatre pièces basales, deux rangées de cinq pièces, et cinq pièces supérieures. Une ouverture supérieure, une ouverture latérale sans pièces de fermeture. Des pores ; une grosse tige, échelonnée et striée. Les 3 espèces connues sont de l'étage silurien.

§ 1101. G. *Hemicosmites*, de Buch. Calice sphérique, composé de quatre séries de pièces : quatre pièces basales, une série de six pièces, une seconde de neuf pièces, et enfin huit pièces supérieures. Une ouverture supérieure, deux latérales ; des pores. La seule espèce connue est de l'étage silurien. (*fig.* 290).

Fig. 290. Hemicosmites pyriformis.

§ 1102. G. *Cryptocrinus*, de Buch, 1840. Calice globuleux, formé de quatorze pièces, sur trois séries : trois pièces basales, cinq pièces intermédiaires, six pièces supérieures ; trois ouvertures, dont une latérale formée de six valves. Les 2 espèces connues sont de l'étage silurien.

§ 1103. G. *Calliocrinus*, d'Orb., 1847. Calice cupuliforme, composé de deux séries de pièces : cinq pièces basales. Ce genre ne paraît pas avoir eu de bras. Il est peu connu. Une espèce, de l'étage murchisonien.

§ 1104. 8e famille : Polycrinidæ, ne comprend que le seul genre *Eucalyptocrinus*, Goldfuss, 1831 ; *Hypanthocrinus*, Phillips, 1839. Calice cupuliforme, formé de trois séries de pièces : cinq pièces basales ; les bras, formés de deux séries doubles d'articles, paraissent avoir été fixés sur la poche viscérale, sans pouvoir s'ouvrir. Les 3 espèces connues sont de l'étage murchisonien.

§ 1105. 9e famille : Melocrinidæ, d'Orb. Calice formé de plaques minces, polygones, superposées, composant un ensemble bursiforme creux, qui contient les deux tiers inférieurs de la poche viscérale ; le reste, couvert de plaques testacées, se trouve au-dessus des bras ; ceux-ci toujours composés de deux séries d'articles. Tous les genres sont perdus.

§ 1106. *Geocrinus*, d'Orb., 1847. Calice cupuliforme, composé de huit séries de pièces : trois pièces basales ; bras formés de deux séries d'articles. Une espèce connue est de l'étage murchisonien.

§ 1107. G. *Gilbertocrinus*, Phillips, 1829. Calice cupuliforme, composé de sept rangées de pièces comme les *Rhodocrinus*, mais ayant cinq pièces basales. Les 4 espèces connues sont de l'étage carbonifèrien.

1108. G. *Ctenocrinus*, Bronn, 1840. Calice cupuliforme, composé de sept séries de pièces : trois pièces basales, cinq pièces brachiales, supportant des bras larges. Une espèce connue est de l'étage devonien.

§ 1109. G. *Melocrinus*, Goldf., 1831 (*Marsupiocrinus*, Hall, 1843). Calice composé de cinq séries de pièces : quatre pièces basales, trois séries de cinq pièces intermédiaires, une série de dix pièces brachiales et un bon nombre de pièces accessoires. On en connaît 8 espèces fossiles : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum et les dernières, à l'étage devonien.

§ 1110. G. *Actinocrinus*, Miller. Calice cupuliforme, composé de cinq séries de pièces : trois pièces basales, une première série de six pièces intermédiaires, deux autres séries de onze pièces intermédiaires, et une série de dix ou douze pièces brachiales, portant des bras bifurqués ; beaucoup de pièces accessoires. Les 8 espèces connues sont de l'étage carbonifèrien.

§ 1111. G. *Dimerocrinus*, Phillips, 1839. Calice formé de quatre séries de pièces : trois pièces basales, cinq pièces brachiales. Des 3 espèces connues, les 2 premières sont de l'étage murchisonien, la dernière de l'étage carbonifèrien.

§ 1112. G. *Enallocrinus*, d'Orb., 1847. Calice court, composé de trois séries de pièces, dont cinq pièces basales très-déprimées ; cinq pièces brachiales. Les 2 espèces connues appartiennent à l'étage murchisonien.

§ 1113. G. *Platycrinus*, Miller, 1821. Calice composé de deux séries de pièces : trois pièces basales, et une série de cinq grandes pièces brachiales ; le reste du sac viscéral, formé de pièces testacées. Bras munis de deux rangées de pièces. Tige elliptique à articulation transverse. On en connaît 22 espèces : la première, de l'étage devonien ; le maximum et les dernières, de l'étage carbonifèrien (*fig.* 291).

§ 1114. G. *Encrinus*, Miller. Calice élargi court, concave, composé de deux séries de pièces : cinq pièces basales ; cinq pièces brachiales, recevant cinq bras formés d'articles doubles alternes ; tige ronde radiée. Des 6 espèces connues, 3 sont de l'étage conchylien et 3 de l'étage salifèrien (*fig.* 292).

§ 1115. 10e famille. CYATHOCRINIDÆ. Calice formé de plaques minces, composant un ensemble bursiforme creux, qui contient une grande partie des viscères. Bras toujours formés d'une seule série d'articles superposés. Tous les genres sont perdus.

§ 1116. G. *Glyptocrinus*, Hall, 1847. Calice cupuliforme, composé de neuf rangées de pièces, jusqu'à l'instant où les bras sont libres, savoir :

cinq pièces basales, première série de cinq pièces, les autres, de plus en plus jusqu'au nombre de vingt pièces, brachiales. Tige à étoile sur la tranche. On en connait 4 espèces : 1 de l'étage silurien, 2 de l'étage murchisonien, et 1 de l'étage devonien.

§ 1117. G. *Rhodocrinus*, Miller, 1821. Calice cupuliforme, composé de sept séries de pièces : trois pièces basales, une série de cinq pièces intermédiaires ; quatre autres séries, entre lesquelles sont de nombreuses pièces accessoires, et une série de dix pièces brachiales. Tige ronde, étoilée au centre. Des 6 espèces connues, 1 est de l'étage murchisonien, et 5 sont de l'étage devonien.

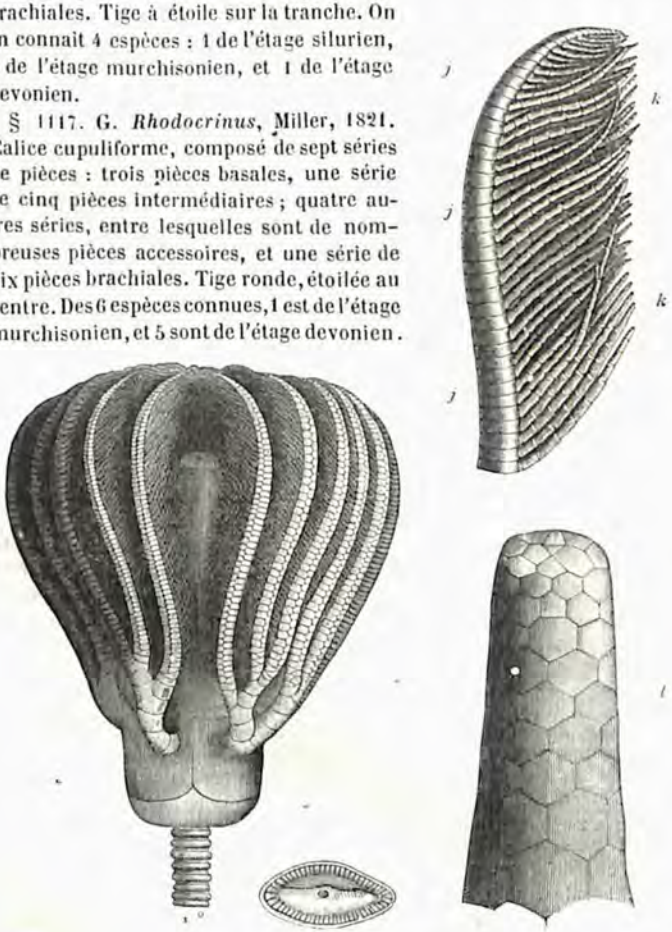


Fig. 291. Platycrinus triacontadactylus.

§ 1118. G. *Scyphocrinus*, Zenker, 1839 ; *Schizocrinus*, Hall, 1847. Calice cupuliforme, composé de six séries de pièces : cinq basales pentagones, quatre séries de pièces intermédiaires ; des pièces sur une seule

ligne alterne aux bras. On en connaît 3 espèces : 2 de l'étage silurien, 1 de l'étage devonien.

§ 1119. G. *Cupulocrinus*, d'Orb., 1848. Calice cupuliforme, composé de cinq rangées de pièces comme les *Actinocrinus* et les *Melocrinus*, mais ayant cinq pièces basales. Tige ronde, à trou rond. Une espèce est de l'étage silurien, et 1 de l'étage murchisonien.

Fig. 292. Encrinus entrocha.

§ 1120. G. *Ichthyocrinus*, Conrad, 1838. Calice bursiforme, composé de quatre rangées de pièces : cinq pièces basales, deux rangées de cinq pièces intermédiaires, et cinq pièces brachiales. Les bras sont pourvus d'une seule rangée de pièces. Les 5 espèces connues ont été rencontrées dans l'étage murchisonien.

§ 1121. G. *Abracrinus*, d'Orb., 1847. Calice cupuliforme, composé de quatre rangées de pièces : trois pièces basales, deux rangées de cinq pièces intermédiaires, et cinq pièces brachiales. Des 2 espèces connues, l'une est de l'étage murchisonien, l'autre de l'étage carbonifèrien.

§ 1122. G. *Poteriocrinus*, Miller, 1821. Calice cupuliforme, composé de trois séries de pièces : cinq pièces basales, très-grandes; une série de cinq grandes pièces intermédiaires ; cinq pièces brachiales petites, avec quelques accessoires ; les pièces des bras très-allongées ; tige ronde avec un canal pentagone. On en connaît 11 espèces : les premières, de l'étage silurien ; le maximum et les dernières, de l'étage carbonifèrien.

§ 1123. G. *Cyathocrinus*, Miller, 1821. Calice cupuliforme, composé de trois séries de pièces : cinq petites pièces basales, une série de cinq grandes pièces intermédiaires, et cinq pièces brachiales ; tige cylindrique, pourvue de ramules irrégulièrement placés. Articulations des bras courtes. On en connaît 22 espèces fossiles : la première, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, de l'étage carbonifèrien (*fig.* 292).

§ 1124. *Amblacrinus*, d'Orb., 1847. Calice cupuliforme, composé de trois séries de pièces : trois pièces basales, cinq pièces intermédiaires

et cinq pièces brachiales. Bras étroits. Des 2 espèces, l'une est de l'étage devonien, l'autre de l'étage carbonifèrien.

§ 1125. G. *Caryocrinus*, Say, 1838, *Phillipsocrinus*, M'Coy, 1844. Calice cupuliforme, composé de trois séries de pièces : quatre pièces

Fig. 293 Cyathocrinus caryocrinoides.

basales, six pièces intermédiaires et six pièces brachiales ; tige ronde, avec des ramules épars ; bras grêles. L'espèce type est de l'étage murchisonien.

§ 1126. G. *Heterocrinus*, Hall, 1847. Calice composé de quatre à sept séries de pièces, suivant les bras, dont la tige est pentagone, étoilée comme celle des pentacrinus. Cinq pièces basales. Les 3 espèces connues sont de l'étage silurien.

§ 1127. G. *Triacrinus*, Munster, 1839. Calice composé de trois séries de pièces : une pièce basale, trois pièces intermédiaires, trois pièces brachiales. L'espèce connue est de l'étage devonien.

§ 1128. G. *Taxocrinus*, M'Coy, 1844. Calice composé de deux séries de pièces : cinq pièces basales ; bras larges sans ramules. L'espèce type est de l'étage carbonifèrien.

§ 1129. G *Edwardsocrinus*, d'Orb., 1847. Calice composé de deux rangées de pièces : cinq pièces basales ; cinq pièces brachiales. Les bras étroits avec des ramules. La seule espèce connue est de l'étage carbonifèrien.

§ 1130. G. *Symbathocrinus*, Phillips, 1839. Calice composé de deux séries de pièces : une seule pièce basale. La seule espèce connue se trouve dans l'étage carbonifèrien.

§ 1131. G *Atocrinus*, M'Coy, 1844. Calice composé d'une seule série de pièces dont partent les bras. Une espèce de l'étage carbonifèrien.

§ 1132. *Dichocrinus*, Munster, 1839. Calice composé de deux pièces basales, appliquées l'une contre l'autre. Les 2 espèces sont de l'étage carbonifèrien.

§ 1133. *Asterocrinus*, Munster, 1831. Genre incertain de l'étage devonien.

§ 1134. *Tentaculites*, Miller. On ne connait de ce genre que des tiges coniques articulées. 5 espèces se rencontrent dans les étages silurien et murchisonien.

§ 1135. 11e famille: APIOCRINIDÆ. Cette famille est caractérisée par sa racine compliquée, par sa tige non verticillée, très-longue, ronde; par son calice formé de pièces très-épaisses, superposées en séries de cinq et composant un ensemble solide, cupuliforme ou pyriforme, dont la partie supérieure creusée ne fait que supporter la poche viscérale, sans la contenir. Tous les genres sont perdus.

§ 1136. G. *Guettardicrinus*, d'Orb., 1839. Calice cupuliforme, composé de nombreux articles élargis de la tige, et de six séries de pièces jusqu'aux bras : cinq pièces basales; trois séries de pièces intermédiaires, de pièces accessoires, et de deux séries de dix pièces brachiales. Au moins vingt bras; tige ronde, radiée sur la tranche. L'espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1137. G. *Apiocrinus*, Miller, 1821. Calice cupuliforme, composé de nombreux articles élargis de la tige, et de quatre séries de pièces : cinq pièces basales, de deux séries de pièces intermédiaires, de pièces accessoires et de cinq pièces brachiales, recevant dix bras bifurqués ou non. Tige ronde, radiée à sa face articulaire. 6

Fig. 294. Apiocrinus elegans.

Fig. 295. Apiocrinus Roissyanus.

espèces sont connues : 2 de l'étage bathonien, 4 de l'étage corallien (*fig.* 294, 295).

§ 1138. G. *Millericrinus*, d'Orb. 1839. Calice cupuliforme, composé de peu d'articles, élargis de la tige, et de deux séries de pièces : cinq pièces basales et cinq pièces brachiales. Cinq bras, bifurqués ou non, formés d'articles simples; tige ronde ou pentagone, radiée à sa face articulaire. Nous en avons étudié 42 espèces : la première, de l'étage

Fig. 296. Millericrinus Nodotianus.

bathonien; le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, à l'étage corallien (*fig.* 296).

§ 1139. G. *Bourgueticrinus*, d'Orb., 1839. Calice pyriforme, non concave, composé des mêmes pièces que chez les *Millericrinus* ; tige comprimée, elliptique, non radiée, avec une impression linéaire transverse. Les 2 espèces connues sont de l'étage sénonien.

§ 1140. G. *Conocrinus*, d'Orb., 1847. C'est un *Bourgueticrinus* ayant la tige comprimée, mais avec une seule série de pièces brachiales, sans pièces basales. La seule espèce connue est de l'étage suessonien.

§ 1141. G. *Eugeniacrinus*, Miller. Calice petit, peu concave, composé d'une seule série de pièces brachiales; tige impressionnée à sa surface articulaire. Les 11 espèces connues sont de l'étage oxfordien.

§ 1142. G. *Tetracrinus*, Munster, 1839. C'est un *Eugeniacrinus* à quatre pièces brachiales au lieu de cinq. L'espèce connue est de l'étage oxfordien.

§ 1143. G. *Hemicrinus*, d'Orb. Calice élargi, non complet, formé par trois pièces brachiales, les deux autres dépendant de la partie élargie de la tige même. C'est un *Eugeniacrinus*, dont deux pièces du calice dépendent de la tige. L'espèce type est de l'étage néocomien.

§ 1144. G. *Cyclocrinus*, d'Orb., 1847. Calice inconnu ; articles ronds, épais, sans rayons sur l'articulation. Des 4 espèces, 3 sont de l'étage bajocien et 1 de l'étage bathonien.

§ 1145. 12e famille : PENTACRINIDÆ, d'Orb. Cette famille, voisine des *Apiocrinidæ* par son calice épais, s'en distingue par ce calice rudimen-

taire, petit ; par la tige pentagone, pourvue, de distance en distance, de

Fig. 297. Pentacrinus fasciculosus.

ramules verticillés ; par la surface articulaire de la tige étoilée ; par le calice non formé des articles de la tige, et ne pouvant soutenir aucune

partie du sac viscéral ; et enfin par des bras très-longs, très-développés.

§ 1146. G. *Pentacrinus*, Miller, 1821. Calice composé de deux séries de pièces : cinq pièces basales petites ; cinq pièces brachiales grandes. On en connaît 37 espèces fossiles. Les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage oxfordien. L'espèce vivante habite les grandes profondeurs des mers aux Antilles (*fig* 297).

§ 1147. G. *Isocrinus*, Meyer. Si nous avons bien compris ce genre, il n'aurait au calice qu'une série de cinq pièces brachiales, et pas de pièces basales. Le type est de l'étage oxfordien.

Résumé paléontologique sur les Échinodermes crinoïdes.

§ 1148. **Comparaison générale.** Le premier fait qui frappe en jetant les yeux sur notre 1re tableau de la répartition des genres et des espèces d'*Échinodermes crinoïdes* à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle, c'est la concordance de distribution qu'on trouve dans cet ordre avec les Céphalopodes tentaculifères (§ 499) et celui des Brachiopodes (§ 873). En effet, comme pour les séries animales que nous venons de citer, les Crinoïdes naissent en nombre considérable de genres et d'espèces, avec les premiers âges du monde animé, les terrains paléozoïques, où ils ont leur maximum de développement ; puis il n'y a plus que quelques genres isolés dans les diverses époques, à l'exception de l'étage oxfordien, où se montrent encore, de nouveau, des formes plus nombreuses. Deux époques, comme on le voit, auraient été plus privilégiées que les autres pour les Crinoïdes. Ils sont dans une période décroissante depuis l'étage devonien jusqu'à présent.

§ 1149. **Comparaison des deux divisions entre elles.** Nous divisons les Crinoïdes en *Crinoïdes fixes* et *Crinoïdes libres*. Voyons la marche que ces deux séries ont suivie.

Les *Crinoïdes fixes*, dont dépendent le *Pentacrinus*, l'*Apiocrinus*, etc., se sont déjà montrés en grand nombre avec le premier âge du monde animé (l'étage silurien) ; ils atteignent leur maximum de développement générique avec l'étage devonien, le second, et ne font plus ensuite que décroître. Ils offrent 39 genres dans les terrains paléozoïques, 2 dans les terrains triasiques, 7 dans les terrains jurassiques, 5 dans les terrains crétacés, 1 dans les terrains tertiaires ; et, de tous ces genres connus, on n'en retrouve plus, dans l'époque actuelle, que deux pour représenter les formes si variées des premières mers du monde. Il est évident que depuis l'étage devonien, les Crinoïdes fixes ont toujours été dans une période décroissante de développement de formes génériques.

Les *Crinoïdes libres*, auxquels appartiennent les *Comatules*, ont commencé bien plus tard. Ils manquent dans les terrains paléozoïques et triasiques. Leur premier genre se montre avec l'étage bathonien, le cinquième des terrains jurassiques, et le maximum se trouve dans l'étage oxfordien, le septième des mêmes terrains. Ils montrent 4 genres dans les terrains jurassiques, 3 dans les terrains crétacés, aucun genre dans les terrains tertiaires ; et, à l'époque actuelle, il en existe deux seulement. Ici, quoique les genres aient paru, plus tard ils suivent la même marche décroissante de développement générique, depuis les terrains jurassiques jusqu'à présent.

Les deux séries sont donc dans leur période décroissante, l'une depuis les terrains paléozoïques, l'autre depuis les terrains jurassiques. Dès lors les Crinoïdes sont en contradiction complète avec l'hypothèse qui faisait croire au perfectionnement des êtres dans les âges du monde.

La comparaison de l'instant d'apparition des deux séries par rapport à la perfection de leurs organes nous amène à des conclusions différentes. Si d'être libre donne un degré de plus de perfection que d'être fixe, assurément les Crinoïdes libres ayant paru les derniers, on pourrait y voir une marche dans le sens de la perfection ; mais comme toutes les deux sont également, aujourd'hui, dans la période décroissante de développement générique, on peut dire qu'il n'y a nullement eu marche croissante de perfection des organes des âges anciens aux plus modernes.

L'ensemble numérique des genres pris dans l'ordre chronologique par terrains nous amène-t-il à des conclusions identiques ? Les connaissances actuelles donnent aux terrains paléozoïques 39 genres ; aux terrains triasiques, 2 ; aux terrains jurassiques, 12 ; aux terrains crétacés, 8 ; aux terrains tertiaires, 2 ; et à l'époque actuelle, 4. Les genres sont donc dans une décroissance numérique constante, depuis le premier âge du monde animé jusqu'à notre époque, et ils restent aujourd'hui à près d'un dixième de ce qu'ils étaient dans ces premiers âges du monde. Nous avons donc ici une marche tout à fait rétrograde.

§ 1150. **Déductions climatologiques et géographiques.** Le peu de genres vivants connus nous amène cependant à des conclusions importantes. Les Crinoïdes fixes actuels, tels que les Pentacrinus, sont spéciaux aux grandes profondeurs des mers chaudes des Antilles. Comme on les trouve en France et en Europe pendant toute la série des terrains jusqu'aux dernières époques tertiaires, on doit croire que ces mêmes régions jouissaient d'une température beaucoup plus chaude qu'aujourd'hui. La présence des *Pentacrinus* en Europe prouve encore que la distribution géographique actuelle est tout à fait différente de la

distribution géographique ancienne. Une déduction de plus doit être signalée. Les Crinoïdes ne se trouvent maintenant que dans les mers profondes. On peut dès lors croire, chaque fois qu'il y a abondance de Crinoïdes dans une couche, qu'elle dépendait d'une partie profonde des mers de cette époque.

§ 1151. **Déductions géologiques tirées des genres** (§ 244). Les *caractères stratigraphiques négatifs* sont d'autant plus marqués pour les Crinoïdes, que des 60 genres de notre tableau aucun n'occupant l'ensemble des étages, et, au contraire, tous étant circonscrits dans ces étages, ils peuvent donner d'excellents caractères négatifs pour les étages supérieurs et inférieurs où ils manquent.

§ 1152. **Caractères stratigraphiques positifs** (§ 245). Par la même raison, les caractères positifs sont aussi prononcés pour les Crinoïdes. En effet, puisque les 60 genres sont limités dans les étages, ils peuvent tous donner des caractères positifs pour les zones où ils se rencontrent. Ces caractères seront d'autant plus marqués que, sur ce nombre, 37 genres, ou plus de la moitié, n'occupent qu'un seul étage, et que, sur 60 genres, trois seulement existent dans les mers actuelles, tous les autres ayant été ensevelis dans les couches terrestres. La persistance (§ 246) est marquée pour le genre *Pentacrinus*.

Les déductions géologiques tirées des espèces chez les Crinoïdes sont les mêmes que pour les autres séries d'êtres (§ 247) : les espèces, au nombre de 286, sont à peu d'exceptions près, spéciales à un seul étage qu'elles ne franchissent pas ; aussi sont-elles caractéristiques des étages où elles vivaient.

La 2e classe (celle des Acalèphes) n'a pas encore montré de traces à l'état fossile.

IIIe Classe. POLYPIERS ou ZOOPHYTES (1).

§ 1153. Ces animaux, sédentaires, fixés au sol, sans organes spéciaux pour la locomotion, ont été longtemps confondus avec les *Mollusques bryozoaires* (§ 883). Ils s'en distinguent néanmoins parce que leur cavité digestive ne présente qu'une seule ouverture ; leur corps est, en effet, terminé par une couronne de tentacules, au milieu de laquelle se trouve cette ouverture unique. Chez les Polypiers pierreux, les seuls qui doivent nous occuper, la partie inférieure ou *basilaire* du corps est celle qui constitue le *Polypier* ; tissu pierreux ou *sclérenchyme*, partie intégrante

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau n° 13 ; pour le nom, la synonymie et la répartition géographique de ces espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

de l'animal, formée par un mouvement nutritif, dans son épaisseur soit dans la profondeur du derme, soit à la surface de la tunique dans le tissu épidermique.

Nous ne suivrons pas plus loin les détails importants donnés par MM. Milne Edwards et Haime, dans leur avant-travail sur les Polypiers, notre cadre ne nous le permettant pas; mais nous allons analyser les noms donnés aux diverses parties pierreuses des Polypiers par ces auteurs, que nous nous empressons de suivre dans leur classification, basée sur une longue suite d'observations consciencieuses (1).

§ 1154. Le tissu pierreux des *Polypiers* ou *sclérenchyme* forme, suivant l'agrégation, ou l'isolement des individus, des Polypiers simples ou agrégés. Ces deux dispositions primordiales, qui frappent tout d'abord, ont pour nous une très-grande importance ; car elles tiennent essentiellement au mode de reproduction des Polypiers. Les Polypiers ont trois modes différents de reproduction : ils sont *ovipares, gemmipares,* ou *fissipares;* ce qui amène des modifications considérables dans l'isolement ou le mode de groupement des individus.

Les animaux spécialement *ovipares* produisent les *Polypiers simples,* tels que les *Turbinolia,* les *Cyathina,* etc , etc. (*fig.* 298, 299, 300, 306, 310, 311), où le Polypier est isolé, fixe ou libre, formé d'un seul individu.

Les animaux *gemmipares* donnent toujours des *Polypiers composés,* formés d'un nombre plus ou moins considérable d'animaux agrégés, ayant même une vie commune, mais qu'on peut, cependant, toujours distinguer les uns des autres dans l'ensemble (fig. 302, 303, 309). Cette distinction, ainsi que la suivante, établie par les savantes recherches de M. Dana, est facile à reconnaître, caractérisée qu'elle est par une division par bourgeonnement, c'est-à-dire qu'il naît, sur le côté des individus déjà existants, des bourgeons d'abord plus petits, qui prennent bientôt le même diamètre, la même régularité que les autres, et donnent naissance, à leur tour, à des bourgeons identiques toujours latéraux. Le nombre des individus agrégés de cette manière augmente ainsi selon des limites fixes ou variables, et constitue un ensemble différent suivant le mode de groupement.

Les animaux *fissipares* produisent aussi des *Polypiers composés,* formés d'individus agrégés; néanmoins ceux-ci se multiplient d'une manière toute différente. Ce ne sont plus des bourgeons latéraux qui naissent aux côtés externes des individus préexistants, mais bien le centre même de l'individu, qui s'allonge et se divise ensuite. Ces deux centres dépendent d'abord du même individu ; puis ils se séparent de

(1) *Annales des sciences naturelles,* 2e série, t. IX, janvier 1848.

plus en plus, et finissent par former, chacun en particulier, un individu identique au premier. On voit que ce mode de reproduction, tout en différant complétement de la gemmation, donne des résultats presque identiques. D'autres fois, les individus s'allongent par le centre, de manière à former, non pas des individus nettement séparés ayant chacun son centre particulier, mais des individus complexes qui s'allongent, se bifurquent indéfiniment, sans montrer, dans la masse, de coupures ni de centres distincts nettement séparés (*fig.* 301 et 304).

§ 1155. Maintenant nous allons définir, pour chaque individu, soit isolé, soit agrégé, la terminologie de toutes les parties. Chaque individu représente, plus ou moins, à sa partie supérieure, une sorte d'étoile formée de rayons. On donne à cette étoile, unique chez les Polypiers simples et multiple chez les Polypiers composés, le nom de *calice*. Ce calice est tantôt circulaire (*fig.* 298), et tantôt comprimé (*fig.* 306), chez les Polypiers simples comme chez les Polypiers composés (*fig.* 309, 313).

La gaine testacée extérieure de chaque calice, soit simple, soit composé, s'appelle *muraille* ; elle affecte la forme d'un cornet (*fig.* a, 298), ou d'un tube dont les parois, plus ou moins lamelleuses, s'élèvent sur le bord supérieur, à mesure que le Polypier grandit. Lorsque cette muraille s'encroûte extérieurement d'un dépôt calcaire continu, offrant des lignes d'accroissement concentriques, on désigne cet encroûtement sous le nom d'*Épithèque* (*fig.* 300, 310). Lorsque, au contraire, la muraille non encroûtée forme des parties longitudinales saillantes, on les appelle des *côtes* (*costæ*) (*fig.* 298, 299).

Le calice, circonscrit extérieurement par les murailles qui s'élèvent du pourtour, se compose de lames qui rayonnent des murailles vers le centre. On nomme ces lames rayonnantes des *cloisons* (*septa*). On doit remarquer que ce sont ces cloisons qui forment l'étoile du calice. Les cavités qui séparent les cloisons s'appellent des *chambres*.

Les cloisons ne se multiplient pas d'une manière irrégulière dans le calice. Elles augmentent en nombre, de la manière la plus régulière, en formant ce qu'on nomme des *cycles* (*cyclum*) successifs. Chaque calice commence par un nombre régulier généralement de six cloisons primaires (*fig.* 298), mais aussi quelquefois de dix, de huit, de cinq, de quatre (*fig.* 303), et même de trois *cloisons primaires*. Celles-ci forment le *premier cycle*; car elles divisent le calice en une série égale de chambres semblables entre elles. Les cloisons de second ordre, qui naissent régulièrement dans chacune de ces premières chambres, et les divisent chacune en deux, forment le *second cycle* toujours complet (*fig.* 298). Les cloisons de troisième ordre qui naissent dans les secondes chambres forment encore un *troisième cycle* complet (*fig.* 299, 303). C'est seulement aux cloisons de quatrième ordre que la

division régulière commence à être modifiée ; car les cloisons n'occupent plus toutes les chambres. Le nombre des chambres primaires constitue, avec les cloisons qui y naissent plus tard, ce qu'on nomme des *systèmes*. Le plus ordinairement, il y a six systèmes (*fig.* 298) ; mais le nombre en varie, comme nous l'avons vu, de dix à trois. Aussi le genre *Decacœnia* a dix systèmes ; les genres *Octocœnia* et *Pseudocœnia* en ont huit ; les genres *Pentacœnia* et *Acanthocœnia* en ont cinq ; le genre *Tetracœnia* en a quatre (*fig.* 303) ; le genre *Heterocœnia* en a trois seulement.

Le centre du calice sur lequel viennent quelquefois s'attacher les cloisons s'appelle *columelle* (*columella*) ; lorsque cette partie est saillante, on la dit *styliforme*. Elle est ronde (*fig.* 298), ou fortement comprimée (*fig.* 306).

Les courtes cloisons formant couronne, qui naissent souvent entre la columelle et les cloisons, et font saillie du fond du calice, se nomment *palis* (*palulus*) (*fig.* 299). Les palis sont toujours situés dans le prolongement des cloisons d'un ou de plusieurs cycles déterminés, et font l'office de cloisons complémentaires.

Dans quelques cas, les chambres, à mesure que le Polypier s'élève, tendent à se fermer par le bas. Cette occlusion des chambres peut s'effectuer de deux manières : elle résulte de la formation d'une série de lames horizontales, qui s'étendent à la fois dans toute la largeur du Polypier, et, se superposant comme autant d'étages, forment ce qu'on nomme des *planchers*. Lorsqu'elle ne s'opère pas complétement, et qu'elle se borne à clore l'intervalle des cloisons, on désigne ces lames sous le nom de *traverses* (*fig.* 300).

On peut appeler *endothèque* tous les tissus intérieurs d'un Polypier.

§ 1156. Les *Polypiers*, bien plus nombreux que les Échinodermes, dans les couches terrestres, mais moins multipliés que les Mollusques, présentent quelquefois des masses énormes aux étages géologiques qui les renferment. On les voit encore, dans les couches terrestres, formant des récifs analogues à ceux qui entourent quelques îles des Antilles et de l'Océanie. Ces récifs anciens, disséminés dans les étages oxfordien et corallien, sont très-remarquables, surtout à Saint-Mihiel (Meuse), à la pointe du Ché, et d'Angoulin (Charente-Inférieure), etc.

Sur d'autres points, les Polypiers, en moins grand nombre, sont disséminés dans les couches, par plus petits groupes ou par individus isolés. Comme leur nature testacée empêchait leur destruction, on les rencontre souvent dans un bel état de conservation, ou seulement transformés. D'autres fois, ils n'ont laissé que leurs empreintes extérieures ou, plus rarement, leurs moules intérieurs (§ 25).

§ 1157. Après deux années de recherches, nous avions terminé, à la

fin de 1847, sur les Polypiers fossiles, un travail général basé sur l'analyse des diverses parties composantes, et nous étions arrivé, en suivant cette marche d'observation, à créer un grand nombre de genres nouveaux. Ce travail devait faire partie de notre *Prodrome de paléontologie stratigraphique*, terminé à cette époque, mais que des circonstances indépendantes de notre volonté nous ont empêché de faire imprimer immédiatement. A cette même époque, MM. Milne Edwards et Haime, ayant fait paraître le commencement de leurs importantes recherches sur cette matière, nous avons trouvé que, partant des mêmes principes, mais sans nous entendre, nous étions presque toujours arrivés à des résultats identiques sur la création des coupes génériques. Nous aurions alors, pu prendre date pour conserver nos noms de genres; mais, sachant que ces auteurs avaient à leur disposition beaucoup plus d'éléments de vérité que nous sur les Polypiers vivants, puisqu'ils pouvaient consulter les riches collections du Muséum de Paris, nous avons fait le sacrifice de nos travaux et adopté, en tout, les résultats de leurs recherches. Nous avons cru devoir le faire, autant par suite de la très-haute estime que nous avons pour M. Milne Edwards et pour ses travaux, que dans l'intérêt même de la science. Néanmoins, comme nous avions réuni un grand nombre de matériaux en nature sur les Polypiers fossiles, et que nous avons étudié tout spécialement les corps organisés enfouis dans les couches terrestres, il nous est encore resté un bon nombre de coupes génériques, inconnues ou non publiées par ces savants. Pressé par l'impression de nos travaux de prendre un parti, nous avons dû publier quelques-uns de ces genres, en 1849 ; mais nous avons besoin de donner ici quelques explications générales sur la valeur comparative que nous attachons à certaines parties composantes des Polypiers qui ont motivé, pour nous, des coupes génériques.

§ 1158. Nous avons dit aux caractères que nous attachions beaucoup d'importance au mode de reproduction dans les Polypiers, et au groupement des individus, qui en est la conséquence. Nous trouvons aussi, dans les travaux de MM. Milne Edwards et Haime, que ces savants ont également fait passer, dans leur classification, le mode d'agrégation des individus dans les Polypiers composés, avant les autres caractères génériques. Cela, au moins, ressort des tribus qu'ils ont établies dans leurs *Astreides* (*Annales des sciences naturelles*, t. X, p. 230). Dès l'instant que des groupes, des familles sont limités par le mode d'agrégation des individus, il nous fallait, pour être logique dans nos divisions, faire toujours passer, dans la circonscription des genres, ce mode d'agrégation avant les autres caractères de détails. Il le fallait d'autant plus que ce mode d'agrégation tient essentiellement au bourgeonne-

ment, ou à la fissiparité des Polypiers, et qu'il dépend toujours de la manière dont les nouveaux individus se placent par rapport aux anciens. C'est en procédant de cette manière que nous avons séparé, par exemple, comme genres distincts, les Polypiers dont le groupement représente une *surface plane, amorphe*, des Polypiers dont le groupement représente *des branches*, et prend une forme *dendroïde*. Pour qu'une Astrée forme des tiges dendroïdes, il faut un mode tout spécial de gemmation, bien différent de celui qui forme des plaques amorphes; aussi attachons-nous plus d'importance à ce caractère de gemmation qu'à celui d'avoir les calices contigus ou séparés; d'avoir ou non des palis ou une columelle; car ce caractère de gemmation dépend essentiellement du mode de reproduction invariable sur tous les individus.

En comparant les classes d'animaux qui, de même que les Polypiers, se groupent et s'agglomèrent, nous verrons que ce principe du mode de groupement a toujours servi de base aux classifications adoptées. On voit, par exemple, chez les Bryozoaires, que les genres *Vincularia*, *Lunulites*, *Eschara*, et *Escharina* ne diffèrent entre eux que par le groupement des cellules formant un ensemble dendroïde lamelleux, ou simplement encroûtant les corps étrangers; que les *Crisisina*, les *Entolophora*, les *Alecto* et les *Diastophora* ne diffèrent que par le groupement rameux, rampant ou encroûtant des cellules. Comme toutes les séries animales doivent être, autant que possible, classées parallèlement avec des éléments zoologiques de même valeur, nous avons dû suivre pour les Polypiers la marche admise pour les Bryozoaires.

§ 1159. Il est encore un autre caractère auquel nous attachons de la valeur, par suite du même principe : c'est celui de la forme circulaire ou elliptique du calice, et de la columelle. Nous croyons, par exemple, que cette forme du calice et de la columelle, chez les Polypiers, est, presque toujours, en rapport avec le mode de reproduction. Dans la reproduction par bourgeonnement, le calice est généralement circulaire. Dans la reproduction par fissiparité, le calice est, au contraire, ou irrégulier ou ovale. Pour l'accroissement par fissiparité, le calice est toujours ovale; c'est le premier degré de l'allongement qui fait séparer un individu en deux par fissiparité, et la forme de la columelle transverse en est aussi un premier degré. C'est cette raison qui nous a fait admettre, comme caractère générique distinctif, la forme circulaire ou elliptique du calice, combinée avec les autres caractères zoologiques.

M. Milne Edwards divise les Polypiers en trois ordres : les *Zoanthaires*, les *Alcyonaires*, et les *Hydraires*, dont les deux premiers seulement ont des représentants à l'état fossile.

1er Ordre : ZOANTHARIA.

§ 1160. Un canal plus ou moins long sépare la bouche de la cavité abdominale, garnie intérieurement d'un très-grand nombre de lamelles ou de replis longitudinaux, donnant insertion à des organes intestiniformes ou de reproduction ; six, douze ou plus de tentacules non papilleux et non perforés à leur extrémité ; polypiers calcaires portant des *calices radiés*.

1re DIVISION. — TURBINOLIDES.

§ 1161. 1re famille : TURBINOLIDÆ. Chambres ouvertes dans toute leur hauteur, et ne renfermant jamais d'endothèque. Muraille imperforée, et n'étant jamais recouverte par une épithèque. Toutes les cloisons sont constituées par des lames parfaites, à deux feuillets, dont le bord libre est toujours entier. Pas de palis.

§ 1162. G. *Turbinolia*, Lamarck. Polypier libre, droit, conique, turbiné. Calice circulaire ; muraille nue ; cloisons non fasciculées ; columelle simple, styliforme ; côtes lamellaires ; feuillets des cloisons appliqués l'un contre l'autre. On connaît, de ce genre perdu, 6 espèces de l'étage parisien (*fig.* 298).

§ 1163. G. *Sphenotrochus*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des *Turbinolia*, sans côtes lamellaires, pourvues d'une columelle allongée. Calice elliptique. On en connaît 9 espèces fossiles : la première, de l'étage suessonien ; le maximum, à l'étage parisien. L'espèce vivante est d'Angleterre.

§ 1164. G. *Platytrochus*, Edwards et Haime, 1848. C'est une *Turbinolia* comprimée, cunéiforme, à columelle papilleuse, dont la base large est sans traces d'adhérence. Calice elliptique. Nous connaissons, de ce genre perdu, 2 espèces fossiles de l'étage parisien.

Fig. 298. Turbinolia sulcata.

§ 1165. G. *Ceratotrochus*, Edwards et Haime, 1848. C'est un *Platytrochus*, rond, dont la base pédicellée est courbée ; columelle fasciculaire très-développée. On en connaît 5 espèces fossiles : les premières,

de l'étage suessonien ; le maximum, à l'étage falunien ; les dernières, à l'étage subapennin.

§ 1166. G. *Discotrochus*; Edwards et Haime, 1848. C'est une *Turbinolia* discoïde, libre, à muraille horizontale, à columelle granuleuse. Calice circulaire. Une seule espèce est connue, de l'étage parisien.

§ 1167. G. *Dasmia*. Edwards et Haime, 1848. Polypier simple, subturbiné, forme ovale ; sans columelle ; les deux feuillets des cloisons séparés. La seule espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1168. G. *Flabellum*, Lesson, 1831. (*Phyllodes*, Philippi, 1841.) Polypier droit, muraille entourée d'une épithèque pelliculaire complète ; columelle nulle ; forme comprimée ; sans racine basilaire. On en connaît 19 espèces fossiles : les premières, de l'étage suessonien ; et le maximum, dans les mers des régions chaudes.

2° famille : CYATHINIDÆ. (*Cyathiniens*, Edw. et Haime.) Ce sont des *Turbinolidæ* pourvues de palis autour de la columelle.

§ 1169. G. *Cyathina*, Ehremberg, 1834. Polypier simple, subturbiné, fixé. Une seule couronne de larges palis, libres ; columelle chicoracée, comprimée ; toutes les côtes simples ; ensemble légèrement comprimé. On en connaît 5 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien ; le maximum, dans les mers actuelles (*fig.* 299).

§ 1170. G. *Acanthocyathus*, Edwards et Haime, 1848. Polypiers simples, comprimés. Ce sont des *Cyathina*, pourvues de côtes, dont quel-

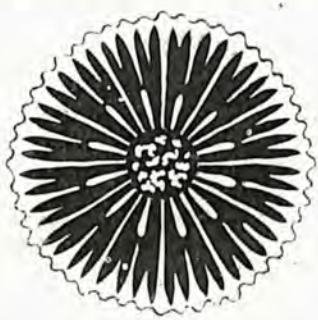


Fig. 299. Cyathina Bowerbankii.

ques-unes, latérales, sont épineuses. On en connait l'espèce fossile, de l'étage falunien et une vivante.

§ 1171. G. *Amblocyathus*, d'Orb., 1849. C'est une *Cyathina*, à calice circulaire, columelle ronde Nous connaissons de ce genre perdu, 3 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage néocomien ; les dernières, à l'étage albien.

§ 1172. G. *Bathycyathus*, Edwards et Haime, 1848. Polypier simple, à large base. C'est encore une *Cyathina*, mais avec des palis très-étroits et très-élevés, sans côtes épineuses. Calice subelliptique. On en connait 1 espèce fossile, de l'étage cénomanien. Le maximum, à l'époque actuelle.

§ 1173. G. *Brachycyathus*, Edwards et Haime, 1848. Polypier simple, court. C'est une *Cyathina* circulaire, déprimée, pourvue d'une columelle papilleuse et de forts palis coudés. On en connait une seule espèce, de l'étage néocomien.

§ 1174. G. *Stylocyathus*, d'Orb., 1849. Polypier libre, trochiforme, ou mieux en corne arquée ; une épithèque jusqu'à la moitié ; calice ovale ; columelle styliforme en lame transverse. Une seule rangée de palis. On en connait une seule espèce de l'étage cénomanien.

§ 1175. G. *Discocyathus*, Edwards et Haime, 1848. C'est encore une *Cyathina*, à polypier discoïde, libre, à muraille horizontale, pourvue d'une épithèque ; columelle comprimée, saillante, entière ; palis très-gros. On en connait une seule espèce de l'étage bajocien.

§ 1176. G. *Conocyathus*, d'Orb., 1849. Polypier libre, très-régulier, circulaire, semblable, extérieurement, aux *Turbinolia*, mais pourvu de six palis styliformes, autour d'une columelle creuse. On en connait une seule espèce de l'étage falunien.

§ 1177. G. *Trochocyathus*, Edwards et Haime, 1848. Polypier simple, subpédicellé, à base grêle. Des palis devant tous les cycles qui précèdent le dernier, sans épithèque complète ; columelle papilleuse ; calice comprimé, elliptique. On connait, de ce genre perdu, 30 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum et les dernières, de l'étage falunien.

§ 1178. G. *Aplocyathus*, d'Orb., 1848. Polypier en cône droit, ou courbé. C'est un *Trochocyathus*, dont le calice est circulaire. On en connait 11 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; les dernières et le maximum, à l'étage falunien.

§ 1179. G. *Thecocyathus*, Edwards et Haime, 1848. Polypier conique court. C'est un *Trochocyathus*, avec épithèque complète épaisse. Calice circulaire. Palis inégaux. Les 2 espèces connues de ce genre perdu sont de l'étage toarcien.

§ 1180. G. *Paracyathus*, Edwards et Haime 1848. Polypier simple,

turbiné. C'est encore un *Trochocyathus*, à base très-large, dont les cloisons sont très-peu débordantes. Palis détachés, très-élevés. On en connaît 7 espèces fossiles : les premières, et le maximum, à l'étage parisien Deux espèces sont des mers actuelles.

§ 1181. G. *Deltocyathus*, Edwards et Haime, 1848. C'est encore un *Trochocyathus*, mais libre, circulaire, sans trace d'adhérence, en cône court, sans appendices basilaires ; columelle transverse ; six palis en chevrons. La seule espèce connue est de l'étage falunien supérieur.

§ 1182. G. *Placocyathus*, Edwards et Haime, 1848. Polypier simple, pédicellé. Des palis minces, devant le pénultième et l'antépénultième cycle seulement. Une base large fixe. Une espèce fossile, de l'étage cénomanien : l'autre vivante.

2e DIVISION. — ASTRÉIDES

1er Groupe : **Astreides Eusmilidæ**, Edwards et Haime.

§ 1183. 3e famille : EUSMILIDÆ. Cloisons complètes, à bord supérieur tranchant, entier, non denticulé ; souvent une columelle compacte ou styliforme ; côtes sans épines. Polypier simple, ou composé, dont les polypiérites sont tantôt libres extérieurement, tantôt réunis en série, mais toujours distincts comme individus.

§ 1184. G. *Cylicosmilia*, Edwards et Haime, 1848. Polypier simple ; épithèque rudimentaire ; côtes simples non ramifiées, traverses nombreuses, cloisons venant se souder par le bord interne à une columelle spongieuse. Une seule espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1185. G. *Placosmilia*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des *Cylicosmilia*, avec une columelle lamellaire. Calice comprimé. Nous connaissons, de ce genre perdu, 6 espèces : les premières et le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, à l'étage sénonien.

§ 1186. G. *Acrosmilia*, d'Orb., 1848. C'est un *Trochosmilia*, à calice subcirculaire ; à cloisons rapprochées nombreuses, dont les traverses sont peu apparentes ; des côtes externes très-régulières. Nous connaissons, de ce genre perdu, 11 espèces : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage corallien ; les dernières, à l'étage turonien.

§ 1187. G. *Trochosmilia*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des *Cylicosmilia*, dont les cloisons, très-larges, se rencontrent directement au centre, sans columelle. Calice très-comprimé. Nous connaissons, de ce genre perdu, 3 espèces de l'étage turonien.

§ 1188. G. *Ellipsosmilia*, d'Orb., 1848. Ce sont des *Trochosmilia*, à calice ovale, à base peu élargie. Les cloisons ne se rencontrent pas au centre, mais laissent une partie creuse, transverse à la columelle. Nous

connaissons, de ce genre perdu, 17 espèces : les premières, de l'étage corallien ; le maximum, à l'étage turonien, les dernières, de l'étage sénonien.

§ 1189. G. *Cyclosmilia*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Parosmilia*, dont les chambres sont à peine subdivisées par quelques traverses ; croissance intermittente ; à calice circulaire, au lieu d'être ovale, à côtes externes espacées. Les 7 espèces connues sont de l'étage sénonien.

§ 1190 G. *Lasmophyllia*, d'Orb., 1847. C'est un *Acrosmilia*, à calice subcirculaire ; columelle creuse, elliptique, à cloisons espacées, à traverses très-grandes, base peu pédonculée. On connaît, de ce genre perdu, 13 espèces : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage corallien ; les dernières, de l'étage sénonien.

§ 1191. G. *Diploctenium*, Goldfuss. 1826. C'est un *Cyclosmilia*, très-comprimé, dont les côtes se ramifient radiairement, à mesure qu'elles s'élèvent ; forme flabellaire. On connaît, de ce genre perdu, 7 espèces : les premières, de l'étage turonien ; les dernières et le maximum, à l'étage sénonien.

§ 1192. G. *Cœlosmilia*, Edwards et Haime. 1849. C'est un *Eusmilia*, sans columelle, celle-ci ouverte jusqu'à la base. On connaît, de ce genre perdu, 3 espèces : les premières, de l'étage cénomanien ; les deux dernières, de l'étage sénonien.

§ 1193. G. *Montlivaltia*, Lamouroux, 1821. Polypier libre, entouré d'une épithèque bien développée ; calice circulaire : pas de columelle ; accroissement continu. On connaît, de ce genre perdu, 24 espèces : les premières, à l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, à l'étage cénomanien (*fig.* 300.)

Fig. 300. Montlivaltia Caryophyllata.

§ 1194. G. *Perosmilia* d'Orb., 1847. Ce sont des *Montlivaltia*, comprimés, à calice comprimé. On connaît, de ce genre perdu, 4 espèces : les premières et le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, à l'étage suessonien.

§ 1195. G. *Axosmilia*, Edwards et Haime, 1848. C'est un *Perosmilia*, à columelle styliforme, comprimée ; à calice circulaire. Une seule espèce de l'étage toarcien.

§ 1196. G. *Actinosmilia*, d'Orb., 1849. C'est un *Axosmilia*, à columelle entière, lamelleuse, ce qui le distingue des *Lophosmilia*, aussi bien que son épithèque épaisse. La seule espèce connue est de l'étage cénomanien.

§ 1197. G. *Aplosmilia*, d'Orb., 1848. C'est un *Eusmilia*, à columelle styliforme comprimée. Reproduction par fissiparité ; polypier composé. Les 4 espèces connues sont de l'étage corallien.

§ 1198. G. *Thecosmilia*, Edwards et Haime, 1848. Polypier composé ; multiplication par fissiparité ; base du polypier, s'accroissant très-peu ; une épithèque. Nous connaissons, de ce genre perdu, 12 espèces : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage corallien ; les dernières, à l'étage turonien.

§ 1199. G. *Lasmosmilia*, d'Orb., 1849. C'est un *Thecosmilia* sans épithèque. Nous connaissons de ce genre perdu, 5 espèces : les premières, de l'étage bajocien ; les dernières et le maximum, à l'étage turonien.

§ 1200. G. *Barysmilia*, Edwards et Haime, 1848. Polypier composé ; multiplication par fissiparité ; base très-développée, compacte, calices comprimés. On connaît, de ce genre perdu, 6 espèces : les premières, de l'étage néocomien ; les dernières et le maximum à l'étage turonien.

§ 1201. G. *Dactylosmilia*, d'Orb. 1849. C'est un *Barysmilia* à multiplication par bourgeonnement latéral dendroïde ; une épithèque presque lisse ; calices elliptiques. Columelle saillante, longue, divisée en segments. Peut-être des palis. Les deux espèces connues sont fossiles, de l'étage cénomanien.

§ 1202. G. *Dendrosmilia*, Edwards et Haime, 1848. Polypier composé ; multiplication par bourgeonnement ; forme dendroïde ; columelle spongieuse. Côtes larges. La seule espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1203. G. *Stylosmilia*, Edwards et Haime, 1848. C'est un *Dendrosmilia*, dont l'ensemble est fasciculé ; la columelle styliforme. Calice circulaire. On en connaît 4 espèces fossiles : l'une, de l'étage corallien ; le maximum, de l'étage néocomien.

§ 1204. 4e famille : Pachygyridæ, d'Orb. Ce sont des *Eusmilidæ* confluents, qui ne montrent pas de séparation entre les individus réunis en série, qui affectent une disposition méandroïde.

§ 1205. G. *Rhypidogyra*, Edwards et Haime, 1848. Ensemble méandriforme, à cloisons serrées. Les séries de polypiérites restent libres par leur côté. Des 3 espèces fossiles, la première est de l'étage turonien ; deux espèces sont vivantes.

§ 1206. G. *Stylogyra*, d'Orb., 1849. C'est un *Rhypidogyra*, avec une columelle lamelleuse, très développée, une forte épithèque. La seule espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1207. G. *Lasmogyra*, d'Orb., 1849. C'est un *Rhypidogyra*, avec une columelle en lame, et sans épithèque. Une seule espèce de l'étage turonien.

§ 1208. G. *Pachygyra*, Edwards et Haime, 1848. Polypier, ayant un pédoncule très-gros, et qui continue à s'accroître ; cœnenchyme dense et

fort développé. Des 4 espèces connues, 3 sont de l'étage corallien ; les dernières, de l'étage turonien.

§ 1209. G. *Phytogyra*, d'Orb., 1849. C'est un *Plerogyra*, pour les grosses cloisons alternes ; mais avec une columelle lamelleuse, sur un

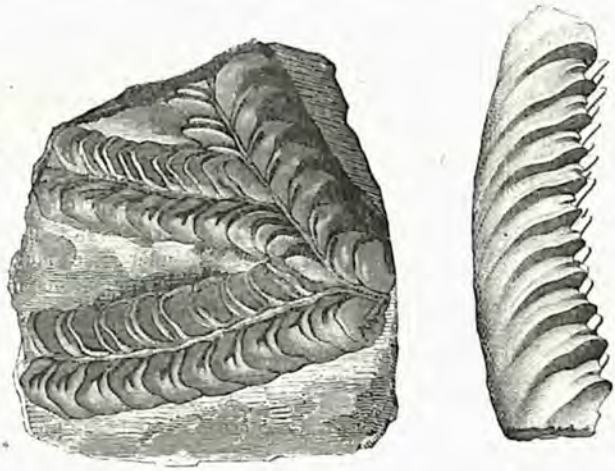


Fig. 301. Phytogyra magnifica.

polypier dendroïde, divisé en rameaux horizontaux, dichotomes, libres. Les 2 seules espèces connues sont de l'étage corallien (*fig.* 301).

§ 1210. 5e famille : Stylinidæ (*Eusmiliens agglomérés*), Edwards et Haime. Ce sont des *Eusmilidæ*, qui forment des polypiérites massifs, dans lesquels les individus ne constituent pas de série et sont directement unis entre eux par leurs côtés, tout en restant bien circonscrits.

§ 1211. G. *Lobocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Stylina* dendroïde, à rameaux cylindriques, à polypiérites espacés, saillants, en tubes creux, striés en dehors. Calice pourvu de six systèmes. L'intervalle des calices granuleux. Les 3 espèces connues sont de l'étage corallien.

§ 1212. G. *Stylina*, Lamarck, 1816. (*Fascicularia*, Lam., 1812). Six systèmes cloisonnaires, multiplication par bourgeonnement ; une columelle styliforme ; pas de palis. Polypiérites unis entre eux au moyen d'un grand développement des appareils costal et exothécal ; calice circulaire, superficiel, à côtes prolongées en dehors. On connaît, de ce genre perdu, 11 espèces : la première, de l'étage bajocien ; les dernières et le maximum, à l'étage corallien.

§ 1213. G. *Conocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Stylina*, à calice très-

saillant, sans côtes extérieures prolongées ; l'appareil exothécal, lisse Une seule espèce de l'étage corallien.

§ 1214. G. *Adelocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Stylina*, sans columelle styliforme. Nous en connaissons 9 espèces, dans l'étage corallien.

§ 1215. G. *Tremocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Stylina*, dont les calices à six systèmes sont profondément creusés en tubes, mais pourvus d'une columelle styliforme. Ensemble polymorphe. Des 3 espèces connues, 1 est de l'étage oxfordien ; les 2 autres, de l'étage corallien.

§ 1216. G. *Cryptocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Tremocœnia*, sans columelle styliforme. Ensemble polymorphe. Nous connaissons, de ce genre perdu, 27 espèces fossiles : les premières, de l'étage bathonien; le maximum, à l'étage corallien ; les dernières, à l'étage sénonien (*fig.* 302).

Fig. 302. Cryptocœnia bacciformis.

§ 1217. G. *Dendrocœnia*, d'Orb., 1849. Ce sont des *Cryptocœnia*, dendroïdes, rameux. Des 2 espèces connues, l'une est de l'étage bajocien, l'autre de l'étage corallien.

§ 1218. G. *Stylocœnia*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des *Stylina*, dont les polypiérites sont entièrement soudés par leurs murailles ; portant de petites colonnes cannelées, aux angles de calices polygonaux On en connaît 5 espèces fossiles : la première, de l'étage turonien; les dernières, à l'étage falunien.

§ 1219. G. *Triphyllocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Astrocœnia*, sans columelle saillante ; à calices très-profonds, pourvus de trois cloisons. Une seule espèce, de l'étage parisien.

§ 1220. G. *Goniocœnia*, d'Orb., 1849. Ce sont des *Astrocœnia*, à calices en polygones réguliers. La seule espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1221. G. *Astrocœnia*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des *Stylocœnia*, sans colonnes murales, aux angles des calices, calices en polygones irréguliers. Ensemble amorphe. On connaît, de ce genre perdu, 16 espèces : la première, de l'étage oxfordien ; le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, à l'étage falunien.

§ 1222. G. *Enallocœnia*, d'Orb., 1849 C'est un *Astrocœnia* dendroïde, rameux. L'espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1223. G. *Stephanocœnia*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des

Stylina ayant des palis devant les cloisons des premiers ordres. Nous en connaissons 23 espèces fossiles : la première, de l'étage sinémurien ; le maximum, de l'étage corallien.

§ 1224. G. *Dactylocœnia*, d'Orb., 1849. Ce sont des *Stephanocœnia* dendroïdes. L'espèce type est à l'étage bathonien.

§ 1225. G. *Cyclocœnia*, d'Orb., 1848. C'est un *Phyllocœnia* à calices circulaires, non comprimés ; très-saillant, conique. Des 3 espèces connues, 2 sont de l'étage cénomanien, 1 de l'étage turonien.

§ 1226. G. *Phyllocœnia*, Edwards et Haime, 1848. Six systèmes cloisonnaires ; multiplication par bourgeonnement, sans columelles styliformes, calices ovalaires. Nous connaissons, de ce genre perdu, 29 espèces : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, à l'étage falunien.

§ 1227. G. *Actinocœnia*, d'Orb., 1848. C'est un *Phyllocœnia* à columelle styliforme. On en connaît 2 espèces : l'une, de l'étage turonien ; l'autre, de l'étage falunien.

§ 1228. G. *Heterocœnia*, Edwards et Haime, 1848. Trois systèmes cloisonnaires seulement. Les 5 espèces connues sont de l'étage turonien.

§ 1229. G. *Pleurocœnia*, d'Orb., 1848. Calices couchés sur le côté et obliques, sans apparence de côtes externes. La seule espèce connue est de l'étage turonien.

§ 1230. G. *Placocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Phyllocœnia* à columelle transverse lamelleuse. Une espèce connue est de l'étage sénonien.

§ 1231. G. *Octocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Phyllocœnia* à huit systèmes. L'espèce type est de l'étage liasien.

§ 1232. G. *Pseudocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Cryptocœnia* à huit systèmes au lieu de six. Nous en connaissons 7 espèces, de l'étage corallien.

§ 1233. G. *Tetracœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Cryptocœnia* à quatre systèmes sans columelle styliforme. L'espèce connue est de l'étage aptien (*fig.* 303).

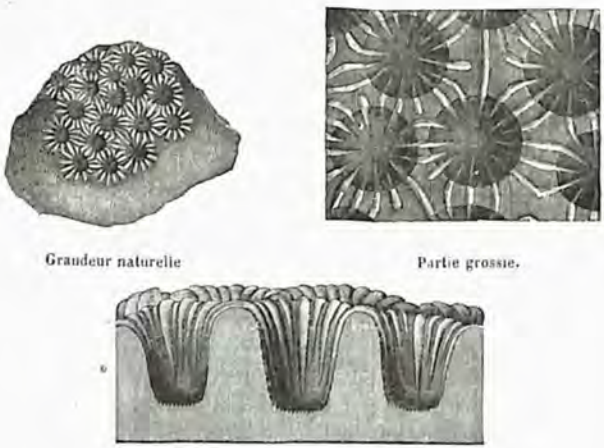
§ 1234. G. *Decacœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Phyllocœnia* à cinq ou dix systèmes. Nous en connaissons 2 espèces de l'étage corallien.

§ 1235. G. *Acanthocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Stylina* à cinq systèmes au lieu de six, à calices saillants, comme chez les *Phyllocœnia*. L'espèce connue est de l'étage néocomien.

§ 1236. G. *Ellipsocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Phyllocœnia* à reproduction par fissiparité, à calices irréguliers, saillants. Les deux espèces connues sont de l'étage néocomien.

§ 1237. G. *Pentacœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Cryptocœnia* à cinq systèmes au lieu de six. Les 3 espèces connues sont de l'étage néocomien.

§ 1238. G. *Thalamocœnia*, d'Orb., 1849. C'est un *Stephanocœnia* sans



Grandeur naturelle. Partie grossie.

Coupe.

Fig. 303. Tetracœnia Dupiniana.

columelle styliforme, celle-ci spongieuse. L'espèce type est de l'étage néocomien.

2e Groupe : Asterides asterinæ.

§ 1239. 6e famille : CARYOPHYLLIDÆ (*Asterinæ hirtæ*, Edwards et Haime). Cloisons dont le bord supérieur est profondément divisé et présente des dents ou des épines; le bord externe et les côtes sont aussi dentés, épineux; endothèque bien développée; columelle souvent spongieuse; polypier simple ou composé; dans ce dernier cas, les jeunes polypiérites se forment toujours par fissiparité ou par bourgeonnement calicial, et sont toujours distincts comme individus.

§ 1240. G. *Caryophyllia*, Lam., 1816. Polypier simple à épithèque rudimentaire, à côtes bien distinctes; murailles et cloisons épineuses. 1 espèce fossile, de l'étage falunien; 4 vivantes, des mers chaudes.

§ 1241. G. *Circophyllia*, Edwards et Haime, 1848. C'est un *Caryophyllia* dont les murailles sont striées, granuleuses; cloisons à bords lobés; une columelle. La seule espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1242. G. *Amblophyllia*, d'Orb., 1849. C'est un *Symphyllia* conique massif, à calices irréguliers, à columelle creuse, allongée; épithèque ru-

dimentaire. Des 3 espèces connues, la première est de l'étage oxfordien ; la seconde, de l'étage corallien ; la dernière, de l'étage cénomanien.

§ 1243. G. *Thecophyllia*, Edwards et Haime, 1848. Polypiers simples à épithèque très-développée, cachant entièrement les côtes ; columelle nulle ; calice circulaire ; cloisons larges, débordantes. Nous connaissons de ce genre perdu 15 espèces : les premières et le maximum, à l'étage saliférien ; les dernières, à l'étage oxfordien.

§ 1244. G. *Polyphyllia*, d'Orb., 1848. C'est un *Thecophyllia* à cloisons très-serrées, très-nombreuses, non débordantes ; calice infundibuliforme. Des 2 espèces connues, l'une est de l'étage néocomien, l'autre de l'étage turonien.

§ 1245. G. *Conophyllia*, d'Orb., 1848. C'est un *Thecophyllia* à columelle styliforme, ronde. La seule espèce connue est de l'étage saliférien.

§ 1246. G. *Heterophyllia*, d'Orb., 1849. C'est un *Symphyllia* pourvu de calices sur les parois latérales des collines ; cloisons de deux ordres. La seule espèce connue est de l'étage turonien.

§ 1247. G. *Gyrophyllia*, d'Orb., 1849. C'est une *Symphyllia* dont le sommet des collines est creusé d'un sillon. Les 2 espèces connues sont de l'étage falunien.

§ 1248. G. *Mycetophyllia*, Edwards et Haime, 1848. C'est un *Symphyllia* à calices superficiels, à columelle nulle. La seule espèce fossile est de l'étage falunien ; deux espèces vivent aujourd'hui.

§ 1249. G. *Eunomya*, Lamouroux, 1821. Polypier composé ; cloisons munies de petites dents, dont les plus grandes sont intérieures ; individus s'isolant vite, sans former de série ; épithèque complète ; calices circulaires ; columelle creuse ; jamais de grosses côtes autour du calice en dehors ; seulement des côtes très-fines. Nous connaissons 17 espèces fossiles : les premières, de l'étage saliférien ; les dernières et le maximum, à l'étage corallien.

§ 1250. G. *Aplophyllia*, d'Orb., 1849. C'est un *Eunomya*, lisse partout, excepté près du calice en dehors, où sont de grosses côtes. Une seule espèce de l'étage corallien est connue.

§ 1251. G. *Calamophyllia*, Blainville, 1836. Ce sont des *Eunomya* à épithèque rudimentaire ou nulle ; côtes simples subégales ; columelle rudimentaire ; jamais de grosses côtes en dehors près du calice ; seulement des côtes fines. Nous connaissons 20 espèces fossiles : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage corallien ; les dernières, à l'étage danien.

§ 1252. G. *Placophyllia*, d'Orb., 1848. C'est un *Eunomya* en buisson, dont le calice est arrondi ; la columelle, très-large, paraît être pleine. Une seule espèce de l'étage oxfordien.

§ 1253. G. *Oulophyllia*, Edwards et Haime, 1848. Individus unis en série ; columelle spongieuse ; cloisons minces ; polypiers fixés et dont les cloisons marginales ne sont pas plus développées que les autres ; les séries de polypiérites soudées latéralement ; muraille peu élevée. Multiplication par fissiparité. Les faces des cloisons hérissées de grains saillants. Columelle bien marquée. Les calices très-creux, méandriformes. On connaît 22 espèces fossiles : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage corallien. 3 espèces sont vivantes.

§ 1254. G. *Axophyllia*, d'Orb., 1848. C'est un *Oulophyllia* à calices superficiels, dont la columelle styliforme paraît avoir six petits palis autour. L'espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1255. G *Myriophyllia*, d'Orb., 1849. C'est un *Oulophyllia* à grosses cloisons dont le sommet des collines est marqué d'un sillon ; les centres caliciaux ont une columelle irrégulière. L'espèce connue est de l'étage corallien. (*Meandrina rastellina*, Michelin.)

§ 1256. G. *Latomeandra*, d'Orb., 1848. Ce sont des *Oulophyllia* à bourgeonnement calicial ; à rameaux déprimés, dichotomes, libres, convexes en dessous, concaves en dessus ; côtes dichotomes en dessous des rameaux. Centres caliciaux espacés, à columelle granuleuse. 2 espèces sont connues de ce genre perdu : l'une, de l'étage corallien ; l'autre, de l'étage parisien.

§ 1257. G. *Microphyllia*, d'Orb., 1848. Ce sont des *Latomeandra* dont les polypiérites ne forment pas de branches séparées libres, à côtes dichotomes, mais une masse divisée en collines et en sillons, dans lesquels sont les centres caliciaux distincts. Nous connaissons, de ce genre perdu, 4 espèces : les premières et le maximum, à l'étage corallien ; la dernière, de l'étage turonien.

§ 1258. G. *Comophyllia*, d'Orb., 1848. C'est un *Latomeandra* dont les branches, réunies en masses, forment un polypier compacte, à calices superficiels, obliques, souvent plusieurs de front dans la même vallée. Une seule espèce est connue dans l'étage corallien.

§ 1259. G. *Meandrophyllia*, d'Orb., 1849. C'est un *Oulophyllia* dendroïde, rameux, subfasciculé. L'espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1260. 7e famille : MEANDRINIDÆ, d'Orb. (*Astreinæ confluentes*, Edw.) Ce sont des *Caryophyllidæ*, pour les caractères généraux, dont le polypier est composé et formé de séries méandroïdes. Ils s'accroissent par fissiparité successive ; mais les polypiérites ne s'individualisent pas, et restent confondus en série par leurs calices.

§ 1261. G. *Meandrina*, Lamarck, 1816. Columelle développée, essentielle, spongieuse ; les séries de polypiérites directement soudées par leurs murailles qui forment des collines simples, et dont le faite est

en arête; épithèque commune complète; le bord interne des cloisons élargi en travers et ne portant pas de lobe paliforme. On connaît 15 espèces fossiles : les premières, de l'étage bathonien; le maximum, dans les mers actuelles (*fig.* 304).

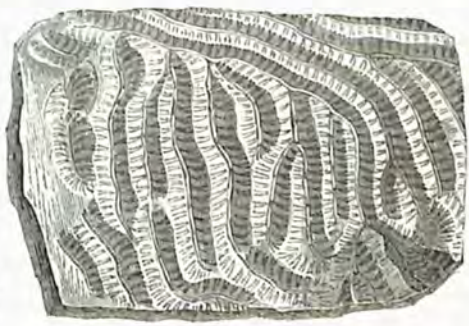


Fig. 304. Meandrina pyrenaica.

§ 1262. G. *Stelloria*, d'Orb., 1848. Centres caliciaux en étoile à cinq ou six branches, qui forment autant de vallons très-profonds, séparés par des collines; ces vallons, les uns courts, les autres longs, vont communiquer avec d'autres centres caliciaux, et forment un méandre; tissu compacte. Ce genre perdu a offert 2 espèces dans l'étage cénomanien.

§ 1263. G. *Diploria*, Edwards et Haime, 1848. Ce sont des *Méandrines* dont les séries sont soudées entre elles par les côtés et l'exothèque, qui sont très-développés; colline double et large. Une seule espèce fossile, de l'étage turonien; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1264. G. *Hydnophora*, Fischer, 1810 (*Monticularia*, Lam., 1816). Columelle rudimentaire; murailles très-souvent interrompues et formant un très-grand nombre de petits monticules. Les deux espèces fossiles sont de l'étage turonien; 8 espèces sont vivantes.

§ 1265. 8e famille : CLADOCORIDÆ, d'Orb. (*Astreinæ dendroïdes*, Edw. et Haime). Ce sont des *Caryophyllidæ* pour les caractères généraux, mais dont les polypiers sont dendroïdes, arborisant, s'accroissant par bourgeonnement latéral. Les cloisons du premier ordre portent toujours des palis.

§ 1266. G. *Cladocora*, Hemprich et Ehrenberg, 1834. Polypiérites très-allongés; murailles minces, compactes; calice circulaire. Ensemble en gerbe ou en buisson; cloisons débordantes. On en connaît 7 espèces fossiles : la première, de l'étage turonien; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1267. G. *Pleurocora*, Edwards et Haime, 1846. Polypiers dendroïdes. Polypiérites très-courts, muraille épaisse, cloisons non débordantes; des palis devant tous les cycles. De ce genre perdu, on en connaît

7 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum, à l'étage turonien.

§ 1268 9e famille : ASTREIDÆ, d'Orb. (*Astreidæ aggregatæ*, Edw. et Haime). Avec les caractères généraux des *Caryophyllidæ*, cette famille se multiplie par bourgeonnement ou par fissiparité, mais sans former de série, et constitue des polypiers massifs, dont les individus, intimement soudés entre eux par leurs côtés, sont nettement circonscrits.

§ 1269. G. *Astrea*, Lamarck, 1816, Edwards et Haime. Gemmation extracaliculaire, épithèque complète ; polypiérites unis entre eux par les côtes, qui sont très-développées ; columelle spongieuse ; cloisons à bord irrégulièrement denté et montrant, en dedans, une dent plus forte que les autres. Ensemble amorphe. Nous connaissons 15 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien ; le maximum a lieu dans les mers chaudes actuelles.

§ 1270. G. *Aplosastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Astrea* pourvu d'une columelle styliforme bien marquée ; calices séparés. On connaît, de ce genre perdu, 7 espèces : les premières et le maximum, de l'étage néocomien ; les dernières, de l'étage parisien.

§ 1271. G. *Enallastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Astrea* dont l'ensemble est dendroïde, rameux. Les deux espèces connues sont de l'étage suessonien.

§ 1272. G. *Solenastrea*, Edwards et Haime, 1848. Il se distingue des *Astrea* et des *Plesiastrea* par l'état rudimentaire des côtes et le grand développement de l'exothèque ; d'où résulte un cœnenchyme de structure spongieuse et très-irrégulière. On connaît une espèce fossile de l'étage falunien.

§ 1273. G. *Actinastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Aplosastrea* dont les calices sont en contact par les côtes sans intervalle entre eux. L'espèce connue est de l'étage sénonien.

§ 1274. G. *Goniastrea*, Edwards et Haime, 1828. Multiplication par fissiparité ; murailles compactes et directement soudées entre elles ; cloisons finement denticulées, et portant des palis bien marqués ; columelle peu développée, mince à la partie inférieure des chambres. On connaît 2 espèces fossiles : l'une de l'étage turonien ; l'autre, de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1275. G. *Septastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Goniastrea* sans columelle et sans palis, dont les douze cloisons simples viennent se réunir au centre ; calices profonds ; murailles compactes. On connaît 4 espèces : 1, de l'étage parisien ; les 3 autres, de l'étage falunien.

§ 1276 G. *Prionastrea*, Edwards et Haime, 1848. Gemmation submarginale ; murailles intimement soudées en haut, ordinairement in-

dépendantes entre elles inférieurement ; columelle spongieuse ; cloisons serrées, fortement dentées, surtout vers la columelle. Ensemble amorphe.

Partie grossie

Fig. 305. Prionastrea oblonga.

Nous en connaissons 48 espèces fossiles : les premières, de l'étage conchylien ; le maximum est dans les mers actuelles (*fig.* 305).

§ 1277. G. *Dendrastrea*, d'Orb., 1849. Ce sont des *Prionastrea* dendroïdes rameux. Les 2 espèces connues sont de l'étage bathonien.

§ 1278. G. *Convexastrea*, d'Orb., 1847. C'est une *Astreida* dont les calices sont en relief, ainsi que les cloisons, divisées en six systèmes; polypiérites bien distincts. L'espèce connue est de l'étage saliférien.

§ 1279. G. *Columellastrea*, d'Orb., 1847. Calice convexe ; cloisons saillantes, régulières ; columelle styliforme avec six palis de même grosseur autour ; calices séparés les uns des autres par une dépression. L'espèce type et unique est de l'étage turonien.

§ 1280. G. *Synastrea*, Edwards et Haime, 1848. Polypier fixé par un pédoncule pourvu d'une épithèque commune bien développée, à surface supérieure convexe ; calices superficiels presque égaux ; les cloisons se continuant d'un calice dans un autre et cachant les murailles qui séparent les individus ; columelle papilleuse ou spongieuse. Nous connaissons, de ce genre perdu, 55 espèces fossiles : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, à l'étage parisien.

§ 1281. G. *Morphastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Dimorphastrea* à columelle styliforme. On connaît 2 espèces des étages cénomanien et sénonien.

§ 1282. G. *Dactylastrea*, d'Orb., 1849. Ce sont des *Synastrea* den-

droïdes rameux. Les 2 espèces connues sont de l'étage corallien.

§ 1283. G. *Clausastrea*, d'Orb., 1847. Voisin des *Synastrea*, ce genre en diffère par les traverses des chambres, qui forment une lame horizontale foliacée entre les cloisons. On en connaît 3 espèces : la première, de l'étage bajocien ; les deux autres, des étages falunien et subapennin.

§ 1284. G. *Centrastrea*, d'Orb., 1847. C'est un *Synastrea* amorphe, à columelle pleine, presque styliforme. Nous connaissons, de ce genre perdu, 19 espèces : les premières, de l'étage salifèrien ; le maximum, de l'étage corallien ; les dernières, de l'étage suessonien.

§ 1285. G. *Thamnastrea*, le Sauvage, 1825. C'est un *Centrastrea* dont l'ensemble est dendroïde, rameux, au lieu d'être plane. L'espèce connue de ce genre perdu est de l'étage corallien.

§ 1286. G. *Dimorphastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Synastrea* dont les calices sont inégaux ; le calice primaire, au centre, étant plus grand que les autres, qui forment cercle autour, et ont la columelle allongée, non papilleuse. Les cloisons sont rayonnantes du calice primaire vers le bord. Les 5 espèces connues sont de l'étage néocomien.

§ 1287. G. *Polyphyllastrea*, d'Orb., 1849. C'est un *Synastrea* dont les cloisons, très-nombreuses, très-grêles, inégales, sont comme divisées en segments et sans intervalles entre elles. On connaît, de ce genre perdu, 5 espèces fossiles : la première, de l'étage corallien ; le maximum et les dernières, à l'étage turonien.

§ 1288. G. *Confusastrea*, d'Orb., 1847 Calices distincts ; mais les nombreuses cloisons qui en partent se continuent au calice voisin ; cloisons presque simples, confuses ; columelle creuse, allongée, non circulaire. Nous connaissons, de ce genre perdu, 7 espèces fossiles : les premières, de l'étage bathonien ; les dernières et le maximum, de l'étage corallien.

§ 1289. G. *Parastrea*, Edwards et Haime, 1848. Multiplication par fissiparité ; polypiérites à murailles indépendantes, soudés par les côtes ; cloisons minces dont les dents les plus fortes sont près de la columelle et simulent souvent des palis. Nous connaissons 3 espèces fossiles des étages corallien et falunien Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1290. G. *Siderastrea*, Blainville, 1830, Edwards et Haime, 1848. Il diffère du genre *Oulastrea* par ses cloisons très-serrées, très-fortement granulées, et par ses calices polygonaux. Les 4 espèces fossiles connues sont de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1291. G. *Meandrastrea*, d'Orb., 1849. Polypier composé, division par fissiparité au lieu de bourgeonnement ; une épithèque épaisse, par-

tielle ; des traverses nombreuses. Nous connaissons, de ce genre perdu, 5 espèces de l'étage turonien.

§ 1292. G. *Latusastrea*, d'Orb., 1847. C'est une Astréidée dont les calices sont toujours obliques et comme couchés sur le côté. L'espèce connue est de l'étage oxfordien.

§ 1293. 10e famille : Rhizangidæ, d'Orb. (*Astreinæ reptantes*, Edw. et H.) Ce sont encore des *Caryophyllidæ*, mais qui se multiplient par bourgeonnement à l'aide de stolons ou d'expansions basilaires rampantes ; les polypiérites sont libres par leurs côtés, au moins partiellement, ne s'élèvent que très-peu, et ne présentent qu'une denticulation faible.

§ 1294. G. *Cryptangia*, Edwards et Haime, 1848. Il diffère du genre *Angia* par des polypiérites allongés, toujours engagés dans une masse de cellépores ou dans quelques autres corps étrangers de structure analogue, et par des cloisons qui sont toutes dentées. Les 3 espèces connues sont de l'étage falunien.

§ 1295. G. *Rhyzangia*, Edwards et Haime, 1848. Polypiérites courts, entourés d'une épithèque presque complète. Calice presque superficiel. Cloisons très-serrées, toutes très-finement dentées. On connaît 3 espèces des étages suessonien, parisien et falunien.

§ 1296. G. *Astrangia*, Edwards et Haime, 1848. Diffère du genre précédent en ce que les polypiérites sont toujours unis entre eux par la base qui est étalée, et que leur muraille est nue. On connaît 1 espèce fossile de l'étage falunien et 1 espèce vivante.

§ 1297. G. *Phyllangia*, Edwards et Haime, 1848. Multiplication par bourgeonnement de la base, qui ne se durcit pas ; polypiérites courts très-rapprochés, à muraille unie, calices circulaires, cloisons débordantes subentières. L'espèce fossile est de l'étage falunien.

3e Groupe : Zoanthaires perforés, Edwards et Haime.

§ 1298. 11e famille : Eupsammidæ. Polypier poreux, sans épithèque ni exothèque ; muraille criblée de petits trous à surface extérieure, couverte de granulations serrées. Cloisons larges, peu débordantes, celles du dernier cycle constituées par des lames imparfaites à bord divisé, toujours courbées vers celle du cycle immédiatement supérieur. Columelle spongieuse ; point de palis.

§ 1299. G. *Eupsammia*, Edwards et Haime, 1848. Polypier simple, subturbiné, libre, sans appendices aliformes, sans épithèque ; calice ovulaire. On connaît de ce genre perdu 5 espèces fossiles : les premières et le maximum, à l'étage parisien ; la dernière, à l'étage falunien.

§ 1300. G. *Endopachys*, Lonsdale, 1845. Polypier simple, libre, très-comprimé, pourvu d'appendices aliformes à la base. Une espèce fossile de l'étage parisien ; une espèce vivante (*fig.* 306).

§ 1301. G. *Balanophyllia*, Searles-Wood, 1844. Polypier simple, fixé par une large base ; pas d'appendices costaux ; côtes fines, serrées ;

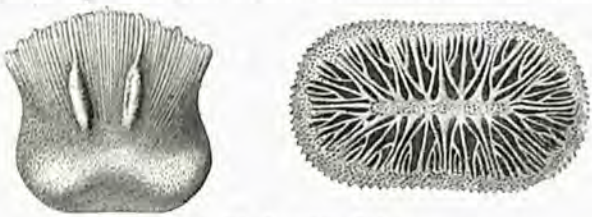


Fig. 306. Eupsammia Macluri.

le quatrième cycle complet. On en connait 8 espèces fossiles : les premières, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1302. G. *Stephanophyllia*, Michelin, 1842. Polypier simple, libre, discoïde, à muraille horizontale, sans épithèque ; côtes fines, calice circulaire, cloisons se soudant entre elles par leur bord supérieur ; fossettes caliciales très-marquées ; une columelle distincte. Nous connaissons, de ce genre perdu, 4 espèces : la première, de l'étage parisien ; le maximum, de l'étage falunien ; la dernière, de l'étage subapennin.

§ 1303. *Discopsammia*, d'Orb., 1829. Ce sont des *Stephanophyllia lentilles*, de MM. Edwards et Haime, c'est-à-dire à fossettes caliciales superficielles ou nulles, à columelle rudimentaire. Groupe géologique, propre aux terrains crétacés. Des 2 espèces connues, l'une est de l'étage cénomanien, l'autre de l'étage sénonien.

§ 1304. G. *Dendrophyllia*, Blainville, 1830. Polypier composé ; polypiérites cylindriques, naissant par bourgeonnement. Côtes fines vermicellées ; columelle saillante. Cloisons non débordantes, calice elliptique. Nous en connaissons 5 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien ; le maximum, dans les mers actuelles, régions chaudes.

§ 1305. G. *Lobopsammia*, Edwards et Haime, 1848. Polypier composé ; multiplication par fissiparité successive. Calice à bords irréguliers ; quatre cycles. Les deux espèces connues sont de l'étage parisien.

§ 1306. 12e famille : Madreporidæ, Edwards et Haime. Cœnenchyme très-développé, spongieux et réticulé. Murailles perforées. Appareil cloisonnaire bien développé et à tissu lamelleux. Jamais de planchers divisant la chambre viscérale en une série d'étages. Multiplication par bourgeonnement.

§ 1307. G. *Madrepora*, Lamarck, 1816, Edwards et Haime. Chambre viscérale des polypiérites divisée en deux moitiés par deux cloisons principales, qui sont beaucoup plus développées que les autres, et sont opposées. Polypier de forme variable, cœnenchyme finement échinulé.

Calices saillants, columelle nulle. Les 4 espèces fossiles sont des étages parisien et falunien, le maximum se trouve dans les mers actuelles, régions chaudes.

§ 1308. G. *Explanaria* (pars), Lamarck, 1816. (*Gemmipora*, Blainville.) Cloisons principales assez nombreuses et égales. Polypier en général foliacé. Cœnenchyme abondant, assez dense et à surface finement échinulée. Cloisons presque toutes égales. Columelle spongieuse, plus ou moins développée. 2 espèces fossiles, de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1309. G. *Astreopora*, Blainville, 1830 (non M'Coy, 1844). Polypier massif. Cœnenchyme lâche, très-échinulé. Cloisons inégales. Columelle nulle. 3 espèces fossiles, de l'étage parisien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1310. 13e famille : Poritidæ, Edwards et Haime. Polypier entièrement composé de sclérenchyme réticulé. L'appareil cloisonnaire bien développé, ainsi que les murailles, mais n'étant constitué que par des poutrelles ou par une sorte de treillage irrégulier, et ne présentant jamais de lames continues. Pas de planchers ; quelquefois des traverses peu développées.

§ 1311. G. *Litharæa*, Edwards et Haime, 1849. Sclérenchyme très-irrégulièrement réticulé. Calices peu profonds. Palis rudimentaires ou nuls. Cloisons bien développées, surtout vers la muraille. Columelle spongieuse. Nous connaissons 5 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien ; le maximum, à l'étage falunien.

§ 1312. G. *Goniorœa*, d'Orb., 1849. C'est un *Litharæa* à calices hexagones presque réguliers, en contact les uns avec les autres, à parois élevées communes. Cloisons très-distinctes ; des palis Ensemble dendroïde. Les 2 espèces fossiles sont de l'étage suessonien.

Partie grossie.

Fig. 307. Drendrarœa ramosa.

§ 1331. G. *Dendrarœa*, d'Orb., 1849. C'est un *Microsolena*, dont l'ensemble est dendroïde, rameux L'espèce connue est de l'étage corallien (*fig.* 307).

§ 1134. G. *Dactylaræa*, d'Orb., 1849. Polypiérites cylindriques, simples ou doubles par fissiparité, pourvus d'une épithèque formant un ensemble en buisson. Une seule espèce, de l'étage corallien.

§ 1315. G. *Microsolena*, Lamouroux. Il diffère du genre *Litharæa* par des cloisons écartées et une forte épithèque. Nous connaissons, de ce genre perdu, 3 espèces : les premières, de l'étage bathonien ; les dernières, de l'étage corallien.

§ 1316. G. *Actinarea*, d'Orb., 1829. C'est un *Microsolena*, pourvu autour du centre calicial de palis distincts. La seule espèce connue est de l'étage oxfordien.

§ 1317. G. *Holaræa*, Edwards et Haime, 1849. Calices à bords distincts et polygonaux, médiocrement profonds. Appareil cloisonnaire tout à fait confondu, avec celui des murailles, en un tissu très-finement spongieux, qui est partout le même. Les trois espèces connues sont de l'étage parisien.

4e Groupe : Zoanthaires tabulés, Edwards et Haime.

§ 1318. 14e famille : Favositidæ. Polypiers essentiellement formés par les murailles. Cœnenchyme rudimentaire ou nul. Chambres horizontales formées par de nombreux planchers bien développés.

§ 1319. G. *Favosites*, Lamarck, Edwards et Haime. Polypier à plateau inférieur, recouvert d'une épithèque qui ne présente pas d'appendices radiciformes. Polypiérites basaltiformes, à calices perpendiculaires à l'axe vertical, et, en général, hexagonaux, à muraille très-régulièrement perforée. Cœnenchyme nul. Planchers horizontaux, régulièrement superposés. Nous connaissons, de ce genre perdu, 16 espèces : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum, de l'étage carbonifèrien; les dernières, de l'étage conchylien.

§ 1320. G. *Michelinia*, de Koninck, 1844. Polypier à plateau inférieur, présentant des sortes de racines. Planchers très-irréguliers et subvésiculaires. Les autres caractères des favosites. Ce genre perdu renferme 6 espèces : 1 de l'étage devonien, et 5 de l'étage carbonifèrien.

§ 1321. G. *Alveolites* (pars), Lamarck, 1816, Edwards et Haime. Polypier formé de couches qui se recouvrent les unes les autres. Polypiérites très-semblables à ceux des favosites, mais plus courts, et terminés par un calice oblique à l'axe vertical, semi-circulaire ou subtriangulaire, dont le bord fait saillie d'un seul côté. Des 10 espèces connues, les premières sont de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, de l'étage carbonifèrien.

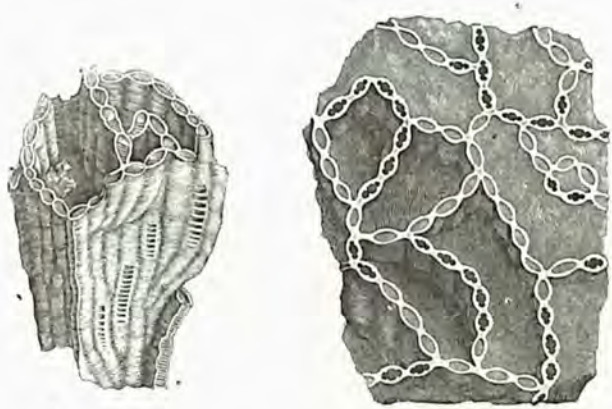
§ 1322. G. *Chætetes*, Fischer, Edwards et Haime. Polypier glomérulé. Polypiérites très-longs, basaltiformes, terminés par des calices

polygonaux, et divisés par des planchers qui ne se continuent pas d'un individu dans un autre, et s'y montrent à des hauteurs différentes. Les 4 espèces connues sont de l'étage carbonifèrien.

§ 1323. G. *Stenopora*, Lonsdale. Paraissent être des chætètes ayant de petites languettes styliformes aux angles des calices. Les espèces connues sont de l'étage permien. (*S. Spinigera*, Lonsdale, étage 4e, no 87.)

§ 1324. G. *Pocillopora* (pars), Lamarck, Edwards et Haime, 1849. Polypier massif, mamelonné ou subdendroïde. Murailles non perforées, épaisses, et formant, près de la surface, un cœnenchyme compacte assez développé. Cloisons tout à fait rudimentaires. 3 espèces sont fossiles, de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1325. G *Halysites*, Fischer, 1810 (*Catenipora*, Lamarck, 1816). Polypiérites très-longs, en forme de tubes unis en séries, qui restent libres latéralement. Epithèque très-épaisse ; planchers horizontaux. Des 4 es-



Partie grossie.

Fig. 308. Halicites labyrinthica.

pèces connues, 3 sont de l'étage murchisonien ; 1 de l'étage devonien (*fig.* 308).

§ 1326. G. *Harmodites*, Fischer (*Syringopora*, Goldfuss). Polypier en touffe. Polypiérites cylindroïdes, fort longs, communiquant entre eux au moyen de petits tubes horizontaux. Planchers infundibuliformes. Des 17 espèces connues, les premières sont de l'étage murchisonien ; les dernières et le maximum, de l'étage carbonifèrien.

§ 1327. G. *Thecostegites*, Edwards et Haime, 1849. Polypiérites cylin-

driques, courts, unis par de fortes expansions murales qui s'étendent entre eux à diverses hauteurs. Planchers horizontaux. La seule espèce connue est de l'étage devonien. (*Harmodites Bouchardi*, M.)

§ 1328. G. *Crinopora*, d'Orb., 1849. Ensemble dendroïde; calices nombreux, rapprochés, saillants, entourés extérieurement de six saillies égales; intérieur creux avec des planchers. L'espèce connue est de l'étage turonien.

§ 1329. 15e famille : Milleporidæ. Cœnenchyme très-abondant, jamais compacte et toujours distinct des murailles, tubuleux ou celluleux. Cloisons peu nombreuses. Des planchers bien développés.

§ 1330. G. *Millepora* (pars), Lamarck, 1816 (*Palmipora*, Blainville). Polypier de forme variable, à cœnenchyme extrêmement développé et subtubuleux, mais un peu irrégulier. Calices de grandeurs très-différentes. Pas de cloisons distinctes. Planchers horizontaux. 2 espèces se trouvent dans l'étage parisien; le maximum habite les mers actuelles.

§ 1331. G. *Heliolites*, Dana, 1846 (*Palæopora*, M'Coy; *Geoporites*, d'Orb., 1847). Cœnenchyme régulièrement tubuleux; les rayons cloisonnaires se prolongeant presque jusqu'au centre sur les planchers, qui sont horizontaux. Nous en connaissons 8 espèces : 4 de l'étage murchisonien; 4 de l'étage devonien (voy. nos *Geoporites*).

§ 1332. G. *Fistulipora*, M'Coy. Cœnenchyme vésiculeux. Murailles épaisses. Planchers infundibuliformes. 1 espèce de l'étage carbonifèrien.

§ 1333. G. *Plasmopora*, Edwards et Haime, 1849 (*Astreopora*, M'Coy. Non Blainville). Polypier libre, subhémisphérique, à plateau commun, recouvert d'une épithèque plissée concentriquement. Cloisons rudimentaires. Planchers horizontaux. Murailles minces. Calices à bords non saillants. Les polypiérites sont unis par d'assez grandes lames verticales radiées, entre lesquelles s'étendent d'autres lames horizontales. Nous connaissons 13 espèces : les premières, de l'étage silurien; le maximum, à l'étage murchisonien; les dernières, à l'étage carbonifèrien. (V. *Astreopora* (pars), des terrains paléozoïques.)

§ 1334. G. *Propora*, Edwards et Haime, 1849. Diffère du genre précédent par des calices à bords saillants, des cloisons plus développées, et qui se prolongent extérieurement sous forme de petites côtes. Ce genre est propre à l'étage murchisonien.

§ 1335. 76e famille : Seriatoporidæ, Edwards et Haime. Cœnenchyme abondant, compacte; cloisons rudimentaires; les chambres des polypiérites tendant à se remplir, et n'étant divisées que par un petit nombre de planchers.

§ 1336. G. *Dendropora*, Michelin. Polypier dendroïde, à branches

grêles, lisses. Calices espacés, entourés d'un faible bourrelet ; de petites cloisons. 1 espèce, de l'étage devonien.

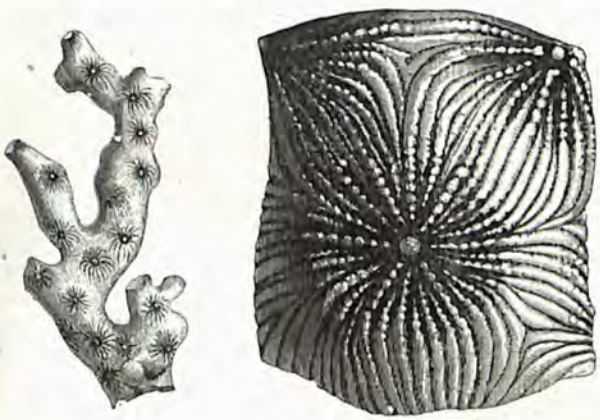
§ 1337. G. *Rhabdopora*, Edwards et Haime, 1849. Polypier à branches prismatiques, subéchinulées. Calices disposés en séries. Cloisons bien distinctes. 1 espèce, de l'étage carbonifèrien. (*Dendropora megastoma*, M'Coy).

§ 1338. 87e famille : Thecidæ, Edwards et Haime. Appareil cloisonnaire très-développé, et constituant, par la soudure de ses éléments, un faux cœnenchyme compacte et très-abondant. Planchers peu nombreux. Elle ne renferme que le G. *Thecia*, Edwards et Haime. 1849. 1 espèce, de l'étage murchisonien (*Porites expatiata*).

§ 1339. 98e famille : Oculinidæ. Calices percés, dans un cœnenchyme très-développé ; cloisons bien distinctes.

§ 1340. G. *Oculina*, Lamarck, 1816. Calices, les uns terminaux, les autres latéraux, saillants, épars, pourvus de côtes rayonnantes en dehors. Cœnenchyme compacte. Ensemble dendroïde. Nous en connaissons 2 espèces fossiles : l'une, de l'étage bathonien ; l'autre, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1341. G. *Enallhelia*, d'Orb., 1848. Ce sont des *Oculines*, dont les calices saillants sont latéraux et alternes, de chaque côté des branches. Calices pourvus de côtes en dehors. Nous connaissons 5 espèces fossiles : la première, de l'étage bathonien ; le maximum, à l'étage oxfordien ; la dernière, de l'étage suessonien.



Partie grossie.

Fig. 309. Synhelia Sharpeana.

§ 1342. G. *Diplhelia*, Edwards et Haime, 1849. Calices latéraux alternes, comme chez les *Enallhelia*, mais sans côtes extérieures. Nous connaissons 2 espèces fossiles, de l'étage parisien.

§ 1343. G. *Astrhelia*, Edwards et Haime, 1849. Calices creusés, non saillants extérieurement, simplement ouverts : une columelle spongieuse. On en connaît 5 espèces fossiles, de l'étage falunien.

§ 1344. G. *Synhelia*, Edwards et Haime, 1849. Calices très-grands, superficiels, non excavés; l'espèce fossile connue est de l'étage sénonien (*fig.* 309).

§ 1345. G. *Actinhelia*, d'Orb., 1849. Calices ovales, profonds, entourés de cloisons régulières nombreuses, laissant, au centre, un large espace creusé. Intervalle des calices poreux. L'espèce connue est de l'étage sénonien.

§ 1346. 19e famille : Stylophoridæ. Ensemble rameux ou polymorphe, pourvu de calices distincts, disposés dans un cœnenchyme poreux.

§ 1347. G. *Dendracis*, Edwards et Haime, 1849. Ensemble dendroïde; calices petits, saillants, coniques, sans columelle styliforme; des côtes prolongées en dehors du calice. L'espèce fossile est de l'étage parisien.

§ 1348. G. *Areacis*, Edwards et Haime, 1849. Ensemble cupuliforme, pourvu d'une épithèque commune; calices profonds, non saillants. L'espèce fossile est de l'étage parisien.

§ 1349. G. *Actinacis*, d'Orb., 1849. Ensemble dendroïde; calices superficiels espacés, irrégulièrement radiés en dedans; intervalle poreux. L'espèce fossile est de l'étage turonien.

§ 1350. G. *Polytremacis*, d'Orb., 1849. C'est un *Stylophora* sans saillies aux calices; ceux-ci simplement creusés. Intervalle d'un tissu poreux, granuleux, en dessus; ensemble amorphe. Nous connaissons 6 espèces fossiles : la première, de l'étage cénomanien; le maximum, à l'étage turonien; la dernière, de l'étage danien.

§ 1351. G. *Dactylacis*, d'Orb., 1849. C'est un *Polytremacis* rameux dendroïde. Nous connaissons 4 espèces fossiles : la première, de l'étage cénomanien; le maximum, de l'étage turonien; la dernière, de l'étage parisien.

§ 1352. 20e famille : Cyclolitidæ. Polypiers libres, simples, déprimés, circulaires ou ovales, pourvus en dessus de cloisons rayonnantes, en dessous d'une épithèque horizontale.

§ 1353. G. *Cyclolites*, Lamarck, 1801. Calice orbiculaire, ou ovale, déprimé, convexe en dessus, et couvert de fines cloisons rayonnantes, entières, et d'une dépression médiane allongée; une épithèque en dessous. Nous connaissons, de ce genre perdu, 9 espèces fossiles : 4 de l'étage turonien; 5 de l'étage sénonien (*fig.* 310).

§ 1354. G. *Funginella*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Cyclolites*, à calice circulaire, déprimé, dont la columelle est ronde, et non pas transverse ; les cloisons grosses, saillantes. Nous connaissons, de ce genre perdu, 14 espèces : la première, de l'étage néocomien ; le maximum, à l'étage turonien ; les dernières, de l'étage falunien.

§ 1355. 21e famille : Fungidæ. Polypier libre, simple, déprimé, ovale, circulaire ou allongé, à cloisons saillantes. Dessous sans épithèque, à côtes rayonnantes dichotomes.

§ 1356. G. *Microbacia*, Edwards et Haime, 1849. C'est un *Anabacia*, à cloisons plus fines, plus régulières en dessus. L'espèce connue est de l'étage cénomanien.

§ 1357. G. *Anabacia*, d'Orb., 1847. Ensemble circulaire, déprimé, convexe et couvert de petites cloisons rayonnantes inégales en dessus ; à plateau horizontal, pourvu de côtes rayonnantes, granuleuses, dichotomes. Nous connaissons 3 espèces, dans les étages liasien, bajocien et bathonien (*fig.* 311).

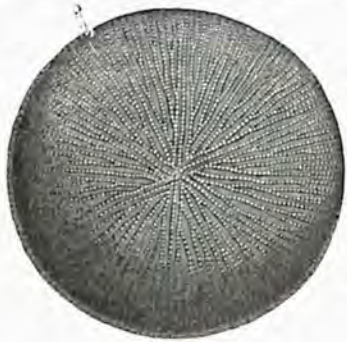
§ 1358. G. *Gonabacia*, Edwards et Haime, 1849. Ce sont des *Anabacia*, qui ont, de plus, du centre calicial central, des dépressions caliciales latérales. L'espèce connue est de l'étage bathonien.

Fig. 310. Cyclolites elliptica.

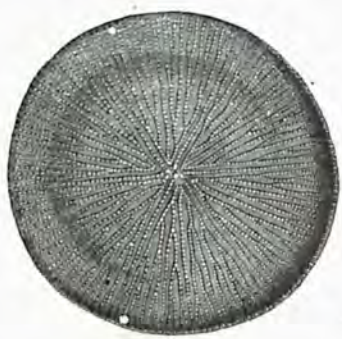
§ 1359. 22e famille : Agaricidæ. Ensemble variable, généralement polymorphe, lamelleux, de substance très-compacte, pourvu de calices nombreux, par lignes, dans des sillons, autour d'un centre commun, ou épars.

§ 1360. G. *Agaricia*, Lamarck, 1816. Ensemble lamelleux ; les calices

par lignes dans des sillons méandriformes. Nous connaissons 19 espèces fossiles : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, dans les mers actuelles.



Dessus.



Dessous.

Fig. 311. Ansbacia orbulites, d'Orb.

§ 1361. G. *Cyathoceris*, Edwards et Haime, 1849. Ensemble cupuliforme, porté sur un pédoncule court. Calices épars, autour d'un centre calicial, plus grand et plus profond que les autres ; à columelle papilleuse. Sans côtes extérieures. L'espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1362. G. *Trochoceris*, Edwards et Haime, 1849. Polypier généralement simple, formé de larges calices isolés, infundibuliformes, à columelle papilleuse ; des côtes nombreuses régulières. L'espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1363. G *Comoseris*, d'Orb., 1849. C'est un *Agaricia*, dont les calices, très-nombreux et épars, sont disposés entre des méandres simples. L'espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1364. G. *Actinoseris*, d'Orb., 1849. C'est un *Cycloseris* circulaire, dont la columelle est centrale ronde, et non en fente allongée. Les 2 espèces connues, sont des étages cénomanien et turonien.

§ 1365. 23e famille : CYATHOPHYLLIDÆ. Nous y plaçons des polypiers libres ou groupés, mais non agrégés, qui ont pour caractère commun d'avoir la chambre médiane divisée en planchers, qui en occupent également les chambres latérales entre les cloisons.

§ 1366. G. *Amplexus*, Sowerby. Ensemble en corne irrégulière ; calice peu profond, pourvu de cloisons seulement au pourtour ; le centre formant un large plancher entier. Des 3 espèces connues, la première est de l'étage devonien, les deux autres de l'étage carbonifèrien.

§ 1367. G. *Caninia*, Michelin, 1847. C'est un *Cyathophyllum* pourvu, dans les cloisons latérales d'un ombilic creusé, indépendant de la columelle. Des 5 espèces connues, 2 sont de l'étage devonien, 3 de l'étage carbonifèrien.

§ 1368. G. *Cyathopsis*, d'Orb., 1847. C'est un *Amplexus*, pourvu d'une partie creusée lateralement en ombilic, dans le plancher. L'espèce connue est de l'étage devonien.

§ 1369. G. *Siphonophyllia*, M'Coy, 1844 Ce sont des *Caninia*, dont l'ombilic est central dans la columelle. Les deux espèces connues sont de l'étage carbonifèrien.

§ 1370. G. *Cyathophyllum*, Goldfuss, 1830. Polypier libre, ou groupé, en corne oblique ; calice peu profond, avec des cloisons nombreuses au pourtour. Planchers nombreux au centre ; des côtes fines extérieures. On en connaît 30 espèces : les premières, de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, à l'étage permien.

§ 1371. G. *Streptolasma*, Hall., 1847. (*Turbinolopsis*, Lonsdale, 1839, non Lamouroux, 1821.) Forme conique, libre ; calice en entonnoir profond. Des 8 espèces connues, les premières et le maximum sont de l'étage silurien ; les dernières, de l'étage devonien.

§ 1372. G. *Cyathaxonia*, Michelin, 1846. C'est un *Cyathophyllum*, dont la columelle est saillante au milieu et souvent styliforme. Des 6 espèces connues, l'une est de l'étage murchisonien ; les 5 autres, de l'étage carbonifèrien (*fig.* 312).

Fig. 312.
Cyathaxonia Dalmani.

§ 1373. G. *Ellipsocyathus*, d'Orb., 1847. C'est un *Cyathophyllum*, dont la columelle est creuse, allongée, ce qui donne au calice une forme elliptique. Les deux espèces connues sont des étages murchisonien et devonien.

§ 1374. G. *Discophyllum*, Hall., 1847. C'est un *Cyathophyllum*, discoïde déprimé, à cloisons rayonnantes du centre à la circonférence. On en connaît 4 espèces : la première, de l'étage silurien ; le maximum, à l'étage murchisonien ; les dernières, de l'étage devonien.

§ 1375. G. *Diphyphyllum*, Lonsdale, 1845. Polypier grêle, allongé,

multiplication par bourgeonnement latéral du calice ; il en résulte des branches latérales. Calice petit, à columelle creusée ; côtes externes marquées ; des planchers entiers dans l'intérieur. Des 12 espèces connues, la première est de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage carboniférien.

§ 1376. G. *Cystiphyllum*, Lonsdale, 1839. Ensemble conique, calice infundibuliforme ; plus de cloisons apparentes ; des planchers irréguliers comme réticulés. Des 9 espèces connues, 3 sont de l'étage murchisonien, et 6 de l'étage devonien.

§ 1377. 24e famille : LITHOSTROTIONIDÆ. Polypiers agrégés, mais à calices distincts, divisés en planchers transverses, dans la grande chambre médiane, et entre les cloisons latérales.

§ 1378. G. *Lithostrotion*, Lwyd, 1699 (*Acervularia*, Schweigger, 1817). Calices hexagones irréguliers, évasés, cloisons nombreuses, partant du bord externe ; columelle creusée, mais entourée d'une saillie ; multiplication par fissiparité. Des 13 espèces connues, la première est de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, à l'étage carboniférien.

§ 1379. G. *Strombodes*, Goldfuss, 1830. C'est un *Lithostrotion*, dont les planchers sont en entonnoir ; sans bourrelet autour de la fossette columellaire. L'espèce connue est de l'étage devonien.

§ 1380. G. *Columnaria*, Goldfuss, 1830. Calices hexagones, bordés d'une muraille pourvue de côtes ; cloisons courtes, n'occupant qu'une petite partie, entre la muraille et les planchers, qui couvrent toute la columelle. L'espèce connue est de l'étage silurien.

§ 1381. G. *Cyathopora*, Michelin, 1843. Ce genre, que nous possédons bien caractérisé, se compose de calices hexagones, en contact par des murailles saillantes ; cloisons rudimentaires au pourtour du calice, le reste formé d'un seul plancher non radié. L'espèce connue est de l'étage corallien.

§ 1382. G. *Acrocyathus*, d'Orb., 1847. C'est un *Strombodes*, dont la columelle large est saillante, en cône cortulé. L'espèce connue est de l'étage carboniférien.

§ 1383. G. *Favastrea*, Blainville, 1834. (*Peripædum*, de Keyserling, 1846.) Ce sont des *Lithostrotion*, sans saillie autour de la columelle, et sans planchers aussi marqués que chez les Strombodes. Des 10 espèces connues, les premières sont de l'étage murchisonien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, à l'étage carboniférien.

§ 1384. G. *Actinocyathus*, d'Orb., 1847. Calices polygones, irréguliers, excavés, à cloisons irrégulières rapprochées et comme réticulées ; columelle convexe, entourée d'une saillie non circonscrite. On en connaît

4 espèces : l'une de l'étage murchisonien ; 2 de l'étage devonien ; la dernière de l'étage carbonifériен.

§ 1385. G. *Lasmocyathus*, d'Orb., 1847. C'est un *Lithostrotion* à calices irréguliers, ovales ; à cloisons fines ; à columelle transverse, allongée, entourée d'une saillie circonscrite. L'espèce connue est de l'étage carbonifériен (*fig.* 313).

Fig. 313. Lasmocyathus aranea.

§ 1386. G. *Favistella*, Hall., 1847. Calices hexagones, pourvus d'une muraille épaisse. Cloisons peu nombreuses, divisées par six. Columelle creusée. L'espèce connue est de l'étage silurien.

§ 1387. G. *Lonsdalia* ?, d'Orb., 1847. Calices bordés comme chez les *Favistella* ; mais la bordure peu distincte et ponctuée ; une columelle. Le type est de l'étage silurien.

§ 1388. G. *Blumenbachium* ?, Lonsdale, 1839. Il paraît avoir des calices saillants, à cinq ou six larges cloisons. Polypier peu connu. L'espèce est de l'étage murchisonien.

§ 1389. G. *Phillipsastrea*, d'Orb., 1847. Le dessein qu'en a donné M. Phillips pourrait faire croire que ce sont des calices petits, à cloisons rayonnantes, entourées de cloisons costales communes. On en connaît une espèce de l'étage devonien.

2e ORDRE : ALCYONARIA.

§ 1390. La bouche, couronnée de huit tentacules garnis, de chaque côté, de papilles courtes perforées, s'ouvre dans un tube vertical, à parois distinctes, communiquant avec la grande cavité abdominale, sur la paroi interne de laquelle se trouvent huit lamelles saillantes (qui remplissent les fonctions d'ovaires), et le même nombre de corps intestiniformes, d'apparence glandulaire. Polypier calcaire ou corné, pourvu de cellules non radiées.

1re famille : Pennatulidæ. Cette famille, composée de polypiers charnus, n'a montré que peu de restes fossiles. Type, la Pennatule.

§ 1391. G. *Virgularia*. Lamarck, 1816. Centre testacé, cylindrique, droit, très-allongé ; de contexture rayonnante, comme chez les Bélemnites. L'espèce fossile est de l'étage suessonien.

§ 1392. 2e famille : Tubiporidæ. Polypier tubuleux ou rameux, pierreux.

§ 1393. G. *Distichopora*, Lamarck, 1816. Ensemble rameux, comprimé ; cellules inégales, marginales, disposées sur les deux bords oppo-

sés en série longitudinale. Une seule espèce fossile est connue dans l'étage parisien.

§ 1394. G. *Aulopora*, Goldf., 1830. Calices rampants, tubuleux, à ouverture arrondie, plus ou moins saillante, naissant latéralement les uns des autres, et formant un polypier rampant, réticulé, ou relevé en masse tubuleuse. On connaît, de ce genre perdu, 12 espèces : les premières, de l'étage silurien ; le maximum, à l'étage devonien ; les dernières, de l'étage carbonifère (*fig.* 314).

Fig. 314. Aulopora serpens.

§ 139. 3e famille : Gorgonidæ. Masse corticifère vivante, enveloppant et formant un axe dendroïde testacé ou corné.

§ 1396. G. *Corallium*, Linné. Axe pierreux, dendroïde, non articulé, lisse. L'espèce fossile est de l'étage falunien. L'autre vit dans la Méditerranée.

§ 1397. G. *Isisina*, d'Orb., 1847. C'est un *Isis*, de même muni d'un axe testacé, pierreux, articulé, mais dont les segments sont lisses au lieu d'être costulés en dehors. L'espèce connue est de l'étage falunien.

Résumé paléontologique sur les Polypiers ou Zoophytes.

§ 1398. En jetant les yeux sur notre 13e tableau de la répartition des genres et des espèces de Zoophytes dans les couches terrestres depuis la première animalisation jusqu'à l'époque actuelle, on remarque, tout d'abord, que, de toutes les séries animales, c'est peut-être l'une des plus irrégulièrement réparties. Depuis leur apparition dans l'étage silurien, le premier du monde animé, les Zoophytes occupent, en effet, tous les étages, sans, néanmoins, montrer de progression croissante régulière. Les genres qui apparaissent à chaque étage, et se continuent ensuite jusqu'à l'époque actuelle, sont, par rapport à ceux qui s'y éteignent (et sont perdus pour l'époque actuelle), dans les rapports de 38 à 176. Il en résulte, dans l'ordre chronologique, un remplacement successif des genres, dont les uns, éphémères, et les autres persistants, durent plus ou moins, mais font, généralement, place les uns aux autres, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours. On remarque encore que, de tous les genres qui naissent durant la période paléozoïque, aucun ne passe aux grandes périodes suivantes ; car les premiers genres qui arrivent jusqu'à nous naissent avec l'étage conchylien, ou la seconde grande époque du monde. Il est remarquable même de voir que le nombre de ces genres qui arrivent jusqu'à nous, comparés à ceux qui s'éteignent, ne sont pas plus nombreux dans les terrains ter-

tiaires les plus rapprochés de nous que dans les terrains jurassiques. De ces faits généraux, qui ressortent du tableau, on peut déduire la conséquence directe d'application, que les Zoophytes sont peut-être, de tous les animaux, les plus importants à bien connaître dans leur répartition géologique, afin d'appliquer les faits connus à la reconnaissance des terrains et des étages géologiques.

§ 1399. **Comparaison des ordres entre eux.** Nous n'avons ici aucune comparaison importante, puisque les deux ordres, les *Zoantaires*, et les *Alcyonaires*, naissent à la fois dans l'étage silurien, et suivent parallèlement tous les âges, pour atteindre leur maximum de développement générique dans les mers actuelles. Pour arriver à trouver des différences notables dans l'apparition successive des séries de Zoophytes, si nous descendons aux familles, nous les trouverons ainsi distribuées suivant les grandes périodes géologiques.

Les terrains paléozoïques montrent les familles des *Favositidæ*, des *Milleporidæ*, des *Seriatoporidæ*, des *Thecidæ*, des *Cyathophyllidæ*, des *Lithostrotionidæ*, et des *Tubiporidæ*, parmi lesquelles les *Cyathophyllidæ* et les *Lithostrotionidæ*, sont spéciaux à cette époque, ainsi que les *Thecidæ*.

Dans les terrains triasiques naissent les familles des *Eusmilidæ*, les *Cariophyllidæ*, et les *Astreidæ*.

Dans les terrains jurassiques se montrent, pour la première fois, les familles des *Cyatinidæ*, des *Pachygyridæ*, des *Stylinidæ*, des *Meandrinidæ*, des *Poritidæ*, des *Oculinidæ*, des *Fungidæ*, et des *Agaricidæ*.

Dans les terrains crétacés apparaissent les familles des *Cladocoridæ*, des *Eupsasimmidæ*, des *Stylophoridæ*, et des *Cyclolitidæ*.

Dans les terrains tertiaires, qui nous ont précédés sur la terre, les familles suivantes restent seules à se montrer : les *Turbinolidæ*, les *Rhizangidæ*, les *Madreporidæ*, les *Pennatulidæ* et les *Gorgonidæ*.

On voit, par cette apparition successive, que des familles entières, dans cette série animale, peuvent donner des caractères négatifs ou positifs, et peuvent encore avoir une application en géologie. Quant aux considérations de la perfection relative de ces familles, comparées à leur époque d'apparition dans les couches terrestres, nous ne croyons pas qu'on puisse en établir. On voit, en effet, des Polypiers libres dans les premiers terrains comme dans les derniers; et les différents modes de reproduction par bourgeonnement et par fissiparité se retrouvent également à tous les âges.

§ 1400. **Déductions zoologiques générales.** Les Zoophytes, comparés dans leur ensemble numérique, par rapport à leur instant d'apparition, naissent avec le premier étage du monde animé, où ils

offrent 7 genres. Ils montrent, dans les terrains paléozoïques, 38 genres; dans les terrains triasiques, 12; dans les terrains jurassiques, 67; dans les terrains crétacés, 82; et dans les terrains tertiaires, 76. Si l'on n'avait égard qu'aux genres fossiles, le maximum de développement serait évidemment pendant la période crétacée; mais ce maximum, comparé aux genres actuellement existants dans nos mers, reste au-dessous de la faune zoophytique actuelle; et l'on est forcé de reconnaître que le maximum de développement générique de cette série animale se trouvant à notre époque, il s'ensuit que, d'après les nombres, elle a marché, néanmoins, dans une progression croissante.

§ 1401. **Déductions climatologiques comparées.** Ce que nous pouvons dire relativement aux Zoophytes, c'est qu'ils suivent la marche générale que tant de fois nous avons signalée (§ 242). Lorsque nous voyons, par exemple, que les genres *Flabellum*, *Caryophyllia*, *Oulophyllia*, *Meandrina*, *Astrea*, *Dendrophyllia*, *Madrepora* et *Explanaria*, se rencontrent fossiles en France, en Angleterre, en Italie et en Allemagne, aux étages falunien et subapennin qui nous ont précédés sur la terre, tandis qu'on ne les trouve plus, aujourd'hui, qu'aux Antilles, dans le Grand-Océan, et dans la mer Rouge, aux régions équatoriales les plus chaudes, on est forcé de convenir qu'à ces époques passées, les mers géologiques d'Europe devaient avoir une température égale aux régions tropicales actuelles. Ce que nous venons de dire des déductions climatologiques est également applicable aux déductions géographiques (§ 243), c'est que la distribution géographique des Zoophytes dans les étages géologiques n'est nullement en rapport avec la distribution géographique actuelle, qui dépend, le plus souvent, de zones isothermes.

§ 1402. **Déductions zoologiques tirées des genres.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont on ne peut plus marqués pour les Zoophytes. On voit, en effet, que sur les 214 genres fossiles de notre 13e tableau, aucun n'occupant tous les étages, tous peuvent donner des limites négatives pour les étages et pour les terrains où ils ne se trouvent pas.

§ 1403. **Les caractères positifs** (§ 245), par la même raison, nous offrent, suivant l'extension que les genres occupent dans les étages, des caractères d'autant plus marqués que, sur les 214 genres fossiles, 176 s'éteignent dans les étages géologiques, sans arriver jusqu'à nous, et que 99 genres, ou près de la moitié, sont encore spéciaux, dans l'état actuel de nos connaissances, à un étage seulement.

§ 1404. **La persistance des caractères positifs** (§ 246) existe chez les Zoophytes. Pour s'en assurer, il suffira de voir, dans le 13e tableau, la répartition des espèces des genres *Prionastrea*, *Synastrea*, *Funginella*, *Phyllocœnia*, *Astrea*, et *Paracyathus*. Les con-

clusions relatives aux espèces sont encore les mêmes (q 247), car les 1135 espèces fossiles énumérées dans notre tableau sont, jusqu'à présent, toutes spéciales à l'étage où elles ont vécu, et peuvent être considérées comme caractéristiques de l'étage où elles ont, jusqu'ici, été rencontrées.

§ 1405. En terminant ces considérations générales, nous ne devons pas oublier de signaler d'autres circonstances d'application géologique. Aujourd'hui les Zoophytes abondent dans les régions chaudes, partout où se font sentir des courants assez forts pour que les eaux soient constamment renouvelées et claires. Lorsque dans les étages géologiques on y compare les couches où les Zoophytes sont abondants, comme, par exemple, les dépôts bathonien de la Normandie ; corallien, de la Rochelle, de Saint-Mihiel, de l'Yonne, de Nantua ; cénomanien, du Mans ; turonien, d'Uchaux, de Corbières, de Martigues, et même les dépôts parisiens d'Auvers, on acquiert bientôt la preuve, par tous les signes évidents de charriage des sédiments par les courants, que tous ces points où abondent les Zoophytes sont dans des conditions identiques aux conditions d'existence actuelles.

2e DIVISION. — ZOOPHYTES GLOBULEUX.

IVe Classe. FORAMINIFÈRES, d'Orb. (1).

§ 1406. Les Foraminifères sont, généralement, des animaux microscopiques, non agrégés, à existence individuelle toujours distincte, composés d'un corps entier et alors arrondi ou divisé en segments. Ce corps est, dans toutes ses parties, recouvert d'une enveloppe testacée, rarement cartilagineuse, modelée sur les segments et en suivant toutes les modifications de forme et d'enroulement. De l'extrémité du dernier segment sortent, soit par une ou plusieurs ouvertures de la coquille, soit par de nombreux pores de son pourtour, des filaments contractiles, incolores, très-allongés, plus ou moins grêles, divisés et ramifiés, servant à la reptation, et pouvant encroûter extérieurement le test enveloppant.

§ 1407. Le corps (nom que nous sommes forcé d'appliquer à la masse vitale) est quelquefois entier, rond, sans segments, chez les *Gromia*, les *Orbulina* (*fig.* 314), etc., qui représentent, à tous les âges, l'état embryonnaire de tous les autres, et s'accroissent, sans doute, par la circonférence entière. Lorsque le corps est divisé par lobes ou par seg-

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, le tableau nº 14; pour le nom et la répartition des espèces fossiles, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* ; pour les descriptions et les figures des espèces des terrains tertiaires, nos *Foraminifères du Vicnne*, etc.

ments, le premier, semblable à l'état constant des Gromia, est d'abord rond ou ovale, suivant les genres ; une fois formé, il ne grossit plus, s'encroûte extérieurement, de matière testacée ; et représente, plus ou moins, une boule sur laquelle vient s'en appliquer une seconde, plus grande (*fig.* 323), puis une troisième, plus grande encore, et ainsi de suite tout le temps de la durée de l'existence de l'animal. Les segments recouverts d'un test sont agglomérés ou contournés de différentes manières, on ne peut plus régulièrement, et suivent, dans leur arrangement, des lois mathématiques. En effet :

1° Chez les uns, il n'y a qu'un seul segment (*fig.* 315).

2° Les segments sont placés en lignes circulaires (*fig.* 316).

3° Ils sont sur une seule ligne droite ou arquée, grossissant des premiers aux derniers (*fig.* 317, 318).

4° Chez d'autres, placés les uns au bout des autres, ils viennent s'enrouler obliquement (*fig.* 325, 326, 327), ou sur le même plan (*fig.* 319, 320, 321 et 322), en représentant une volute, une spire régulière ;

5° D'autres fois, ne s'enroulant pas, ils croissent alternativement à droite et à gauche du premier, et successivement de chaque côté de l'axe longitudinal fictif, et en s'enchevêtrant (*fig.* 329, 330).

6° D'autres genres présentent une complication des deux derniers modes dont nous venons de parler, c'est-à-dire que, formés de segments alternes, leur ensemble se roule en spirale, soit sur le même plan, soit obliquement (*fig.* 328).

7° Enfin ces segments se pelotonnent autour d'un axe, et latéralement à la longueur, sur deux, trois, quatre ou cinq faces opposées, revenant, après chaque révolution complète, se superposer exactement les uns aux autres (*fig* 331).

Les segments s'agglomèrent donc dans l'accroissement du corps, de sept manières distinctes ; et ce sont ces modifications que nous avons prises pour base de notre classification.

Semblables quant à leur forme, dans tous les Foraminifères que nous avons vus, les filaments s'allongent au point de prendre jusqu'à six fois le diamètre du corps. Plus ou moins nombreux, ils se divisent et se subdivisent dans le sens de leur longueur, de manière à représenter une branche. Ces ramifications s'attachent aux différentes matières avec assez de force pour traîner le corps et le faire avancer. Si les filaments sont semblables quant à leur forme, ils varient beaucoup de position. Chez beaucoup de genres ils se composent d'un faisceau qui sort par une ouverture unique et rentre, par le même point, dans la contraction ; chez quelques autres les filaments se projettent seulement par chacune des nombreuses petites ouvertures du test qui recouvre le dernier segment. Quelquefois encore les filaments sortent, non seule-

ment par une grande ouverture du dernier segment, mais aussi par les nombreux pores qui criblent le test des derniers segments. En résumé, ces filaments, remplissant, chez les Foraminifères, les mêmes fonctions que les nombreux tentacules des Astéries, servent à fixer l'animal et sont, pour lui, de puissants moyens de locomotion.

La contexture de la coquille qui revêt extérieurement les segments est très-variable ; mais elle suit, presque toujours, les divers modes d'accroissement dont nous avons parlé. Lorsque les segments sont pelotonnés, la coquille est opaque, d'une contexture serrée comme de la porcelaine et sans indices de porosité extérieure. Lorsque les segments sont alternes sans spire, et lorsque l'enroulement spiral est oblique, la coquille est poreuse, percée, sur les dernières loges, d'un grand nombre de petits trous par où sortent les filaments, mais qui s'oblitèrent à mesure que l'animal n'en a plus besoin. Quand les segments sont sur une seule ligne droite, lorsqu'ils s'enroulent sur le même plan spiral, ou quand ils sont alternes, la coquille inéquilatérale, leur contexture est presque toujours transparente comme du verre.

Les coquilles sont généralement libres ; néanmoins, il y a des exceptions dans lesquelles ces coquilles, fixées sur un point déterminé, s'y moulent et en prennent la forme.

Nous avons vu tous les animaux composés d'un corps de même matière, de filaments identiques. Le corps nous offre donc seul, par l'arrangement régulier de ses segments dans l'accroissement, un bon caractère pour des coupes primordiales. Nous avons dit aussi que la coquille revêt extérieurement tous les segments, en se moulant sur toutes leurs modifications de formes et d'enroulement, qu'elle en fait partie intégrante et qu'elle en reproduit tous les caractères. Cet arrangement des *segments*, ou des *loges* de la coquille qui les contiennent, sera, dès lors, la base de notre classification, puisqu'il représente la réunion intime des caractères zoologiques de l'animal et de la coquille. Ce mode de classement est d'autant plus nécessaire, qu'il permettra d'étudier et d'y comprendre, sans connaître les animaux, les espèces qui couvrent actuellement toutes les côtes maritimes du monde, et toutes les espèces au moins aussi nombreuses qui composent une partie des couches de l'écorce terrestre

§ 1408. Les *Foraminifères*, malgré leur grande ténuité, ont joué un rôle immense à certaines époques géologiques En effet, leur nombre est venu compenser leur taille, et ils n'en ont pas moins formé quelquefois des couches entières, telles que les terrains carbonifères de Beloga, de Sowia, en Russie ; des bords de l'Ohio, aux États-Unis : les couches nummulitiques des Pyrénées, des Alpes et de tout l'Orient, et les calcaires à milioles de Gentilly, près de Paris. Les Foraminifères se sont

parfaitement conservés dans les couches terrestres. Le plus souvent, ils ont encore leur coquille externe bien intacte et seulement transformée ; rarement ils sont à l'état de moules intérieurs.

1er Ordre : MONOSTÈGUES.

§ 1409. Animal composé d'un seul segment ; coquille formée d'une seule loge. Nous y plaçons les genres *Gromia*, *Orbulina*, *Oolina*, *Ovulites*, *Dactylopora*, *Conodictyum* et *Goniolina*.

§ 1410. G. *Orbulina*, d'Orb., 1839. Coquille sphérique, pourvue d'une seule ouverture sans prolongement ; contexture perforée. Une seule espèce fossile de l'étage subapennin. Le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 315).

Fig. 315. Orbulina universa.

§ 1411. G. *Oolina*, d'Orb., 1839. Coquille ovale, pourvue d'une seule ouverture prolongée en tube. Contexture vitreuse. Une espèce fossile de l'étage subapennin. Le maximum dans les mers actuelles.

§ 1412. G. *Ovulites*, Lamarck, 1816. Coquille ovale ou oblongue, pourvue de deux ouvertures, une à chaque extrémité ; contexture fortement perforée de pores irréguliers. Les 3 espèces connues sont de l'étage parisien.

§ 1413. G. *Dactylopora*, Lamarck, 1804. C'est une *Ovulite*, également percée des deux bouts, pourvue de larges pores placés par lignes transverses. L'espèce connue est de l'étage parisien.

§ 1414. G. *Conodictyum*, Munster, 1832. *Conipora*, d'Archiac, 1843. C'est un *Oolina* sur une grande échelle, avec des pores nombreux épars ou par lignes longitudinales. Des deux espèces connues, l'une est de l'étage bajocien, l'autre de l'étage bathonien.

§ 1415. G. *Goniolina*, d'Orb., 1849. Ce sont des *Conodictyum* à une seule ouverture tubulée, sans pores extérieurs, pourvus, partout, de compartiments hexagones très-réguliers, par lignes en quinconce. L'espèce connue, de quatre centimètres de diamètre, est de l'étage corallien.

2e Ordre : CYCLOSTÈGUES.

§ 1416. Animal composé de segments nombreux, placés en lignes circulaires. Coquille discoïdale, composée de loges concentriques, simples ou multiples ; point de spirale.

§ 1417. G. *Cyclolina*, d'Orb., 1839. Coquille discoïdale, chaque loge percée de nombreux pores faisant un cercle entier autour des autres. L'espèce connue est de l'étage cénomanien.

§ 1418. *Orbitolites*, Lamarck, 1801. (*Orbulites*, Lamarck, 1816. Non

Orbulites céphalopodes.) ***Marginopora***, Quoy et Gaimard, 1836. Coquille discoïdale, plane, égale et encroûtée des deux côtés, pourvue de lignes concentriques. Loges nombreuses, par lignes irrégulières transverses, visibles seulement au pourtour. Nous connaissons 2 espèces : les premières, de l'étage suessonien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1419. G. *Orbitolina*, d'Orb., 1847. Ce sont des *Orbitolites* à côtés

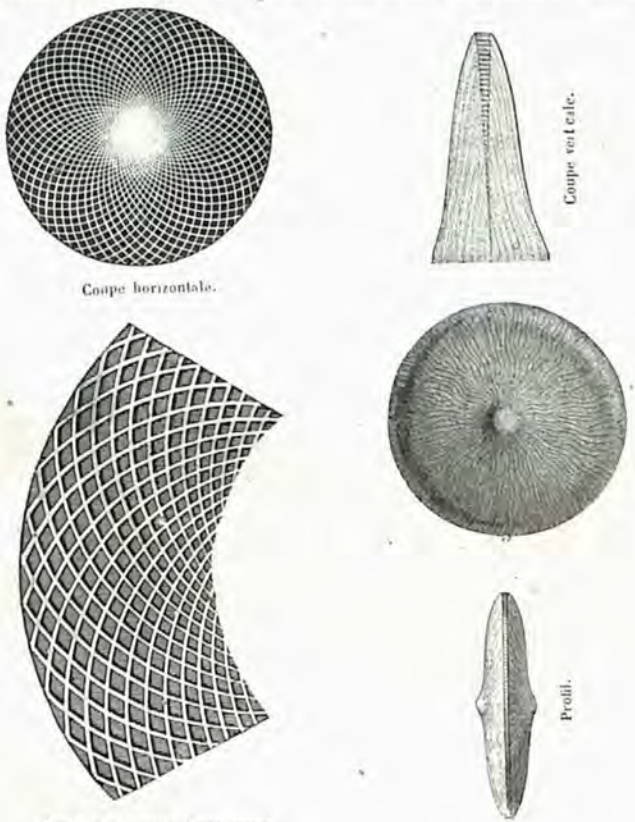


Fig. 316. Orbitoides media.

inégaux : l'un, convexe, encroûté, à lignes concentriques ; l'autre, concave, non encroûté, montrant des loges nombreuses, par lignes obli-

ques sur le côté, au pourtour. Nous connaissons de ce genre perdu 6 espèces, les premières, de l'étage albien ; les dernières, de l'étage sénonien.

§ 1420. G. *Orbitiodes*, d'Orb., 1847. Coquille discoïdale convexe des deux côtés, formée d'une seule rangée de loges autour du disque, très-fortement encroûté extérieurement au milieu, et montrant soit des lincoles rayonnantes, soit des granulations. Nous connaissons de ce genre perdu 4 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien, les dernières et le maximum, de l'étage parisien (*fig.* 316).

3e Ordre : STICHOSTÈGUES.

§ 1421. Animal composé de segments placés sur une seule ligne. Coquille formée de loges empilées ou superposées bout à bout sur un seul axe droit ou arqué. Point de spirale.

§ 1422. 1re famille : ÆQUILATERALIDÆ. Animal libre ; coquille libre, régulière, équilatérale.

§ 1423. G. *Glandulina*, d'Orb., 1825. Coquille droite, ovale, formée de loges recouvrantes, sans étranglement ; la dernière, percée d'une seule ouverture ronde prolongée en tube. Des trois espèces fossiles, deux sont de l'étage falunien, une de l'étage subapennin. Le maximum dans les mers actuelles.

§ 1424. G. *Nodosaria*, Lamarck, 1822. Coquille droite, allongée, formée de loges non recouvertes, séparées par des étranglements ; la dernière loge percée d'une seule ouverture ronde prolongée en tube. Nous connaissons 38 espèces fossiles : les premières, de l'étage liasien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1425. G. *Orthocerina*, d'Orb., 1825. Coquille droite, conique, formée de loges sans étranglement ; la dernière loge percée d'une seule ouverture ronde, sans prolongement ? espèce dans l'étage parisien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1426. G. *Dentalina*, d'Orb., 1825. Coquille arquée, ronde, pourvue de loges un peu recouvrantes, percée d'une seule ouverture ronde centrale. Nous en connaissons 45 espèces fossiles : les premières, de l'étage liasien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1427. *Frondicularia*, Defrance, 1825. Coquille flabelliforme, comprimée ; pourvue de loges en chevron, percées d'une seule ouverture centrale ronde terminale. On en connaît 25 espèces fossiles : les premières, dans l'étage liasien ; le maximum, à l'étage sénonien. Quelques espèces vivent encore (*fig.* 317).

§ 1428. G. *Lingulina*, d'Orb., 1825. Coquille oblongue, comprimée, pourvue de loges ovales, percées d'une seule ouverture centrale en

fente transversale. Nous connaissons 4 espèces fossiles, dont 1 et le maximum à l'étage falunien. Quelques espèces vivantes.

§ 1429. G. *Vaginulina*, d'Orb., 1825. Coquille comprimée, allongée, droite, formée de loges obliques, percées d'une seule ouverture margi-

Fig. 317. Frondicularia annularis.

Fig. 318. Marginulina harpula

nale ronde sans prolongement. Des 23 espèces fossiles, la première est de l'étage toarcien. Le maximum dans les mers actuelles (*fig.* 318).

§ 1430. G. *Marginulina*, d'Orb., 1825. Coquille comprimée, allongée, recourbée en crosse postérieure, percée, à la dernière loge, d'une seule ouverture ronde marginale, prolongée en tube. 22 espèces sont connues à l'état fossile : les premières, de l'étage liasien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1431. 2e famille : INÆQUILATERALIDÆ. Coquille fixe, irrégulière, inéquilatérale. Nous y plaçons le seul genre *Webbina*, d'Orb. C'est une dentaline fixe. Nous avons 3 espèces fossiles : la première, de l'étage toarcien ; le maximum, dans les mers actuelles.

4e Ordre : HÉLICOSTÈGUES.

§ 1432. Animal composé de segments enroulés en spirale. Loges empilées ou superposées sur un seul axe formant une volute spirale.

§ 1433. 1re famille : NAUTILOIDÆ. Animal formé de parties paires; coquille équilatérale nautiloïde, spire enroulée sur le même plan.

§ 1434. G. *Cristellaria*, Lamarck, 1822. Coquille nautiloïde comprimée, pourvue d'une seule ouverture ronde placée à l'angle carénal ; loges toujours obliques. Nous en connaissons 64 espèces fossiles : les premières, de l'étage liasien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1435. G. *Flabellina*, d'Orb., 1839. Coquille nautiloïde à loges obliques dans le jeune âge, en chevron dans l'âge adulte, pourvue d'une seule ouverture ronde. Nous connaissons, de ce genre perdu, 5 espèces : les premières, de l'étage cénomanien ; les dernières et le maximum, à l'étage sénonien (*fig.* 319).

§ 1436. G. *Robulina*, d'Orb., 1825. Coquille toujours nautiloïde

comprimée, pourvue d'une ouverture triangulaire à l'angle carénal de

Fig. 319. Flabellina rugosa.

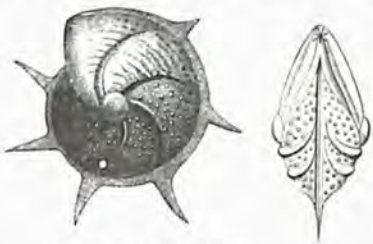


Fig. 320. Robulina echinata.

la dernière loge. On connaît 18 espèces fossiles : les premières, de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers actuelles (*fig.* 320).

§ 1437. G. *Fusulina*, Fischer. Coquille fusiforme, transverse dans le sens de l'axe d'enroulement, pourvue d'une seule ouverture en fente contre le retour de la spire ; loges divisées en dedans par des étranglements. L'espèce connue est de l'étage carbonifèrien (*fig.* 321).

Fig. 321. Fulsulina cylindrica.

§ 1438. G. *Nonionina*, d'Orb., 1825. Coquille nautiloïde, pourvue d'une seule ouverture en fente transversale, non masquée, placée contre le retour de la spire ; loges simples droites. Nous en connaissons 16 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1439. G. *Nummulites*, Lamarck, 1801. Coquille lenticulaire à tours embrassants, pourvue d'une ouverture en fente transversale, souvent masquée contre le retour de la spire. Nous avons distingué 12 espèces

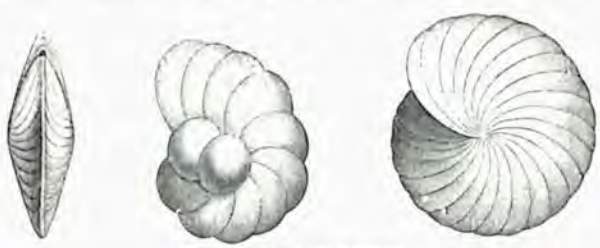


Fig. 322. Nummulites planulata.

fossiles : les premières et le maximum, à l'étage suessonien ; les dernières, à l'étage parisien (*fig.* 322, 323).

§ 1440. G. *Assilina*, d'Orb., 1825. Ce sont des *Nummulites* dont les tours de spire, ne rejoignant pas le centre, sont tous plus ou moins ap-

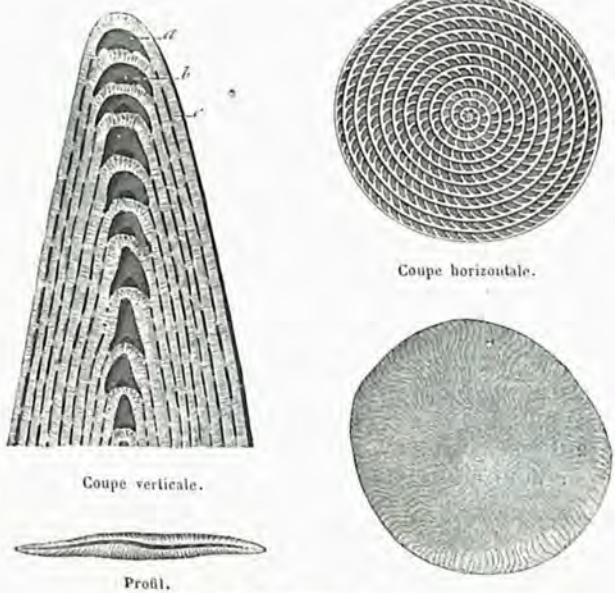


Fig. 323. Nummulites nummularia.

parents. Nous en connaissons 4 espèces : les premières et le maximum, à l'étage suessonien. Il en existe encore de vivantes.

§ 1441. *Siderolina*, Lam. Ce sont des *Nummulites* dont les tours de spire sont interrompus par des appendices testacés qui représentent un ensemble stelliforme. On connaît de ce genre perdu 2 espèces de l'étage sénonien.

§ 1442. G. *Hauerina*, d'Orb., 1825. Coquille à tours embrassants, pourvue d'une ouverture en fente longitudinale, contre le retour de la spire. La seule espèce connue est de l'étage falunien.

§ 1443. G. *Operculina*, d'Orb., 1825. Coquille comprimée à tours apparents, pourvue d'une ouverture triangulaire contre le retour de la spire. Nous connaissons de ce genre perdu 8 espèces : les premières, de l'étage néocomien ; les dernières et le maximum, de l'étage falunien.

§ 1444. G. *Polystomella*, Lamarck, 1822. Coquille nautiloïde, pourvue de nombreuses ouvertures sur la dernière loge et sur les côtés de

la coquille ; une cavité simple aux loges. On connaît 14 espèces fossiles : les premières, de l'étage falunien Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1445. *Peneroplis*, Montfort, 1818. Coquille nautiloïde comprimée, pourvue de nombreuses ouvertures sur une seule ligne à la dernière loge seulement. Cavité simple. Nous connaissons 3 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1446. G. *Dendritina*, d'Orb., 1825. Ce sont des *Peneroplis* dont les ouvertures anastomosées forment une dendrite. On connaît 3 espèces fossiles de l'étage falunien. Quelques espèces sont vivantes.

§ 1447. G *Spirolina*, Lamarck, 1801. Coquille nautiloïde dans le jeune âge, projetée en crosse dans l'âge adulte. Loges simples. Nous en connaissons 7 espèces fossiles : les premières et le maximum à l'étage parisien. Quelques espèces sont vivantes.

§ 1448. G. *Lituola*, Lamarck, 1801. Ce sont des *Spirolina* dont les loges sont remplies d'un tissu poreux testacé. Nous connaissons, de ce genre perdu, 3 espèces des étages néocomien, cénomanien et sénonien (*fig.* 324).

§ 1449. G. *Orbiculina*, Lamarck, 1801. Coquille nautiloïde, comprimée, formée de loges divisées intérieurement en compartiments réguliers, percées de nombreuses ouvertures en lignes longitudinales à l'enroulement spécial. Une seule espèce fossile, de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers des Antilles.

Fig. 324. Lituola nautiloidea (Grossie).

§ 1450. G. *Alveolina*, d'Orb., 1825. Coquille allongée dans le sens de l'axe d'enroulement, formée de loges divisées par des canaux capillaires, ronds, percées de nombreuses ouvertures placées en lignes transversales à l'enroulement spiral. Nous connaissons 10 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum de l'étage suessonien. Les espèces vivantes habitent les mers chaudes.

§ 1451. 2e famille : Turbinoidæ. Coquille inéquilatérale, formée d'une spire enroulée obliquement, de contexture perforée.

§ 1452. G. *Rotalia*, Lamarck, 1801. Coquille régulièrement turbinée, formée de loges non globuleuses, dont la dernière est pourvue, au milieu, d'une ouverture en croissant. Nous connaissons 48 espèces fossiles : les premières, de l'étage liasien. Le maximum s'est montré dans les mers actuelles (*fig.* 325, 326).

§ 1453. G. *Globigerina*, d'Orb., 1825. Coquille turbinée, formée de loges sphériques, dont la dernière est percée d'une grande ouverture en

Fig. 325. Rotalia Boueana.

croissant à l'angle ombilical opposé à la spire. Nous connaissons 10 es-

Fig. 326. Rotalia Partchiana.

pèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien; le maximum est des mers actuelles.

§ 1454. G. *Planorbulina*, d'Orb., 1825. Coquille fixe par le côté spiral, formée de loges irrégulières, dont la dernière est percée d'une ouverture en croissant, du côté de la spire. 1 espèce de l'étage subapennin : le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1455. G. *Truncatulina*, d'Orb., 1825. Coquille fixe par le côté spiral, formée de loges souvent irrégulières, embrassantes du côté opposé; ouverture en fente continuée d'une loge à l'autre, du côté de la spire. Nous en connaissons 6 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1456. G. *Placopsilina*, d'Orb., 1847. C'est une *Truncatulina*, tout à fait fixe par la coquille, souvent projetée en crosse, dont l'ouverture occupe seulement la dernière loge. Nous connaissons, de ce genre perdu, 4 espèces fossiles : la première, de l'étage toarcien. Le maximum, à l'étage néocomien; la dernière, à l'étage cénomanien.

§ 1457. G. *Anomalina*, d'Orb., 1825. Coquille libre, dont la spire est embrassante des deux côtés, pourvue d'une ouverture en fente con-

tinuée d'une loge à l'autre. Des 6 espèces fossiles, 5 sont de l'étage falunien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1458. G. *Rosalina*, d'Orb., 1825. Coquille libre, déprimée, à spire apparente d'un des côtés, dont l'ouverture, en fente prolongée d'une loge à l'autre, est dans l'ombilic. On en connaît 18 espèces fossiles : les premières, à l'étage sénonien. Le maximum est des mers actuelles.

§ 1459. G. *Valvulina*, d'Orb., 1825. Coquille convexe, turbinée ou turriculée, pourvue d'une seule ouverture, munie d'une valvule placée dans l'ombilic. Nous avons reconnu 9 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien ; le maximum, à l'étage parisien. Quelques espèces vivent dans les mers chaudes.

§ 1460. G. *Verneuilina*, d'Orb,. 1839. Coquille turriculée, pourvue d'une ouverture en fente transversale à l'axe d'enroulement, placée sur l'ombilic. La seule espèce connue est de l'étage sénonien.

§ 1461. G. *Bulimina*, d'Orb., 1825. Coquille turriculée, pourvue d'une ouverture virgulaire, longitudinale à l'axe d'enroulement, et latérale. Nous connaissons 15 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien. Le maximum se rencontre dans les mers actuelles.

§ 1462. G. *Uvigerina*, d'Orb., 1825. Coquille turriculée, pourvue, à l'extrémité supérieure de la dernière loge, d'une ouverture ronde, simple, tubuleuse. Loges convexes. Nous en avons reconnu 7 espèces fossiles : les premières, de l'étage sénonien. Le maximum est des mers actuelles.

§ 1463. G. *Pyrulina*, d'Orb., 1825. Coquille ovale, irrégulièrement spirale, pourvue, à l'extrémité supérieure de la dernière loge, d'une ouverture ronde, souvent radiée, non tubuleuse. Les 2 espèces connues sont des étages sénonien et subapennin.

§ 1464. G. *Faujasina*, d'Orb., 1847. Coquille turbinée, déprimée, pourvue, sur les côtés de la dernière loge, d'ouvertures nombreuses en lignes. L'espèce connue est de l'étage sénonien.

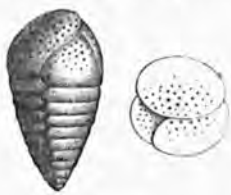


Fig. 327.
Chrysalidina gradata, d'Orb.

§ 1465. G. *Chrysalidina*, d'Orb , 1847. Coquille pupoïde, irrégulièrement spirale, pourvue d'ouvertures éparses, nombreuses, à la partie supérieure des trois dernières loges. L'espèce connue est de l'étage cénomanien (*fig.* 327).

§ 1466. G. *Clavulina*, d'Orb., 1822. Coquille allongée, turriculée dans la jeunesse, projetée en ligne droite dans l'âge adulte. On connaît 3 espèces fossiles : la première, de l'âge parisien. Le maximum est des mers actuelles.

§ 1467. G. *Gaudryna*, d'Orb., 1839. Coquille allongée, turriculée dans la jeunesse, formée, ensuite, de loges alternes comme les *Textularia*. Les 2 espèces connues sont de l'étage sénonien.

5e Ordre : ENTOMOSTÈGUES, d'Orb.

§ 1468. Animal composé de segments alternes, formant une spirale. Coquille composée de loges empilées ou superposées sur deux axes alternant entre elles, et s'enroulant en spirale. Test de contexture vitreuse, rarement perforé. Nous y plaçons deux familles : les *Asterigerinidæ* et les *Cassidulinidæ*.

§ 1469. Famille des ASTERIGERINIDÆ, d'Orb. Côtés inégaux, alternance des loges inégales. Nous y réunissons les genres *Robertina*, *Asterigerina*, *Amphistegina* et *Heterostegina*.

§ 1470. G. *Asterigerina*, d'Orb., 1839. Coquille turbinée formée d'une spire oblique apparente d'un seul côté, dont les loges sont entières du côté de la spire, découpées de l'autre. Les 3 espèces fossiles connues sont des étages parisien, falunien et subapennin. Le maximum se trouve dans les mers des régions chaudes

§ 1471. G. *Amphistegina*, d'Orb., 1825. Coquille déprimée à spire embrassante, pourvue de loges alternes d'un côté et non de l'autre, séparées, intérieurement, par des cloisons longitudinales. Nous connais-

Fig. 328. Amphistegina Hauerina.

sons 5 espèces fossiles : la première, de l'étage sénonien ; le maximum est dans les mers des régions chaudes (*fig.* 328).

§ 1472. G. *Heterostegina*, d'Orb, 1825. Coquille à spire embrassante, dont les loges sont séparées intérieurement par des cloisons transversales. Les deux espèces fossiles sont de l'étage falunien. Le maximum se trouve dans les mers des régions chaudes.

6e Ordre : ÉNALLOSTÈGUES.

§ 1473. Animal composé de segments assemblés par alternance sans former de spirale. Coquille formée de loges assemblées par alternance, sur deux ou trois axes distincts, sans représenter de spirale.

1re famille : Polymorphinidæ, d'Orb. Coquille formée de côtés inégaux, sans parties paires ; contexture souvent vitreuse, non perforée.

§ 1474. G. *Dimorphina*, d'Orb., 1825. Coquille allongée, dont les loges sont alternes sur trois faces, dans le jeune âge, et projetées, ensuite, sur une seule ligne dans l'âge adulte. Les deux espèces connues sont de l'étage falunien.

§ 1475. G. *Guttulina*, d'Orb., 1825 Coquille ovale, ou oblongue, formée de loges alternes à tous les âges, sur trois faces opposées dont cinq sont apparentes dans le recouvrement. On en connaît 7 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien ; le maximum, dans les mers actuelles.

§ 1476. G. *Globulina*, d'Orb., 1825. Coquille ovale, formée de loges alternes à tous les âges, sur trois faces opposées, dont trois sont seulement apparentes dans le recouvrement. Nous connaissons 15 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1477. G. *Polymorphina*, d'Orb., 1825. Coquille ovale ou allongée, déprimée, formée de loges alternes à tous les âges, sur deux faces, et toutes apparentes, dont la dernière est percée d'une ouverture ronde, terminale, souvent radiée. Nous en connaissons 21 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1478. 2e famille : Textularidæ, d'Orb. Coquille à côtés égaux, semblables, formée de parties paires Contexture poreuse ou même agglutinante.

§ 1479 G. *Bigenerina*, d'Orb., 1825. Coquille allongée, formée de loges alternes dans la jeunesse, projetées ensuite en ligne droite. Ouverture centrale. L'espèce fossile connue est de l'étage falunien ; le maximum est des mers actuelles.

Fig. 329. Textularia Meyeriana.

§ 1480. G. *Textularia*, Defrance. Coquille conique comprimée, formée de loges toujours alternes, pourvues d'une ouverture transversale, placée sur le côté interne des loges. Nous en connaissons 31 espèces fossiles : les premières, de l'étage néocomien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles (*fig.* 329).

§ 1481. G. *Bolivina*, d'Orb., 1839. Coquille voisine des *Textularia*, mais pourvue d'une ouverture longitudinale, placée sur le côté des loges. 1 espèce fossile, de l'étage falunien ; le maximum, dans les mers du Chili.

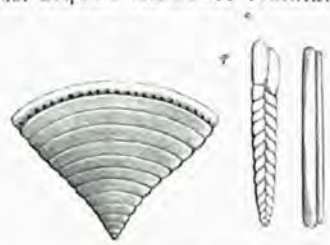


Fig. 330. Cuneolina pavonia.

§ 1482. G. *Sagrina*, d'Orb., 1839. Coquille voisine des *Textularia*, mais pourvue d'une ouverture ronde, prolongée en tube, au dessus de la dernière loge. 1 espèce fossile, de l'étage sénonien. Les espèces vivantes sont des Antilles.

§ 1483. G. *Cuneolina*, d'Orb., 1839. Coquille flabelliforme ou cunéiforme, comprimée, formée de loges alternes régulières, percées d'un grand nombre d'ouvertures. Les 3 espèces connues sont de l'étage cénomanien (*fig* 330).

7e Ordre : AGATHISTÈGUES.

§ 1484. Animal formé de segments assemblés par pelotonnement autour d'un axe. Coquille formée de loges pelotonnées, sur un axe commun, chacune faisant la moitié de la circonférence. Contexture du test lisse, non poreux.

§ 1485. 1re famille : Miliolidæ. Coquille équilatérale, formée de parties paires.

§ 1486. G. *Biloculina*, d'Orb., 1825. Coquille ovale, formée de loges pelotonnées sur deux faces opposées et embrassantes, dont deux seulement sont apparentes. L'intérieur des loges vide ; une ouverture. Nous en connaissons 14 espèces fossiles : les premières, de l'étage turonien ; le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1487. G. *Fabularia*, Defrance. Coquille enroulée comme les *Biloculina*, mais ayant l'intérieur des loges plein, rempli de canaux, et pourvu de plusieurs ouvertures. Les 2 espèces connues sont de l'étage parisien.

§ 1488. G. *Spiroloculina*, d'Orb. Coquille comprimée, formée de loges pelotonnées sur deux faces opposées, non embrassantes, et dès lors toutes apparentes. Nous en connaissons 14 espèces fossiles : les premières, de l'étage parisien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1489. 2e famille : Multiloculidæ, d'Orb. Coquille inéquilatérale, formée de parties non paires.

§ 1490. G. *Triloculina*, d'Orb, 1825. Coquille ovale ou triangulaire,

formée de loges pelotonnées sur trois faces opposées, à tous les âges, dont trois sont toujours apparentes. Nous en connaissons 24 espèces fossiles : les premières, de l'étage turonien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles (*fig.* 331).

Fig. 331. Triloculina Josephina.

§ 1491. G. *Articulina*, d'Orb., 1825. Coquille allongée, formée, dans la jeunesse, de loges pelotonnées sur trois faces opposées, et projetées en lignes droites dans l'âge adulte. Les deux espèces fossiles connues sont des étages parisien et falunien. L'espèce vivante des Antilles.

§ 1492. G. *Sphæroidina*, d'Orb., 1825. Coquille subsphérique, formée de loges pelotonnées sur quatre faces opposées, dont quatre sont apparentes. L'espèce fossile est de l'étage falunien ; l'espèce vivante, de l'Adriatique.

§ 1493. G. *Quinqueloculina*, d'Orb., 1825. Coquille comprimée ou pentagone, formée de loges pelotonnées sur cinq faces opposées, dont cinq sont apparentes à tous les âges. Nous en connaissons 44 espèces fossiles : les premières, de l'étage albien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

§ 1494. G. *Adelosina*, d'Orb., 1825. Coquille comprimée et spirale, à enroulement embrassant dans le jeune âge, dont les loges sont pelotonnées sur cinq faces, seulement dans l'âge adulte. Nous en connaissons 3 espèces fossiles : la première, de l'étage falunien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles.

Résumé géologique sur les Foraminifères.

§ 1495. **Comparaison générale.** La répartition des genres et des espèces de Foraminifères à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, démontre, par le résumé contenu dans notre 14e tableau, que cette division des animaux rayonnés manque tout à fait dans les trois premiers étages du monde animé, n'ayant même montré qu'une seule forme générique dans les terrains paléozoïques, et aucune dans les terrains triasiques. Ainsi donc, la progression croissante des formes génériques ne commence qu'avec les terrains jurassiques, et se continue jusqu'à nous, non sans laisser en arrière un bon nombre de genres aujourd'hui tout à fait inconnus et ensevelis dans les couches terrestres.

§ 1496. **Comparaison des ordres entre eux.** Nous allons d'abord

comparer les ordres entre eux pour nous assurer si tous ont suivi la même marche dans leur apparition successive.

Les *Hélicostègues* manquent dans les trois premiers étages paléozoïques. Le premier genre apparaît dans l'étage carboniférien. Les terrains paléozoïques offrent 1 genre; les terrains triasiques, aucun; les terrains jurassiques, 2; les terrains crétacés, 19; les terrains tertiaires, 24; tandis que les mers actuelles en nourrissent 21. Ainsi les Hélicostègues seraient toujours dans une voie croissante depuis leur première apparition jusqu'à présent.

Les *Stichostègues* manquent dans les terrains paléozoïques et triasiques. Leurs premiers genres sont de l'étage liasien des terrains jurassiques, qui en contiennent 6; les terrains crétacés en offrent 5; les terrains tertiaires, 8; tandis qu'il y en a 11 dans les mers actuelles. Cette série est donc toujours dans une voie croissante de développement de formes.

Les *Monostègues* manquent dans les terrains paléozoïques et triasiques. Leur premier genre se montre dans l'étage bajocien des terrains jurassiques, où l'on compte 2 genres. Les terrains crétacés n'en montrent pas; les terrains tertiaires en ont offert 4; les mers actuelles en nourrissent le même nombre, ce qui prouve que cette série est dans une voie croissante de développement générique, depuis les terrains jurassiques.

Les *Énallostègues* manquent dans les terrains paléozoïques, triasiques et jurassiques. Les plus anciens genres sont de l'étage néocomien des terrains crétacés, qui en contiennent déjà 4. Les terrains tertiaires en montrent 7, et les mers actuelles 9. Ainsi les Énallostègues sont en pleine voie croissante de multiplication de formes.

Les *Agathistègues* manquent dans les trois premiers terrains. Leur premier genre est de l'étage albien des terrains crétacés, qui en renferment 3. Les terrains tertiaires en offrent 6, et les mers actuelles 9. Cet ordre est donc encore en pleine voie croissante de développement de formes animales.

Les *Cyclostègues* manquent également dans les trois premiers terrains. Leur premier genre est de l'étage albien des terrains crétacés, où l'on en connaît 3. Les terrains tertiaires offrent 2 genres, et les mers actuelles un seul. Cette série serait, depuis les terrains crétacés, en voie décroissante de développement de formes génériques, contrairement aux autres ordres.

Les *Entomostègues* manquent dans les trois premiers terrains. Leur premier genre est de l'étage sénonien; le dernier, des étages crétacés. Les terrains tertiaires en ont offert 3, et les mers actuelles 5. Cet ordre est donc bien certainement en voie croissante.

En résumé, tous les ordres, excepté les *Cyclostègues*, sont en pleine voie de développement de formes génériques, depuis leur première apparition jusqu'à l'époque actuelle, où ils sont plus nombreux qu'à aucune époque géologique. Comme il n'y a pas de degré de perfection bien tranché parmi cette série animale, nous ne croyons devoir rien conclure, quant à leur degré comparatif d'ancienneté avec leur perfection zoologique.

§ 1497. **Déductions zoologiques générales.** (Voyez le tableau n° 14.) Les comparaisons de l'ensemble numérique, sans avoir égard aux ordres, nous donnent nécessairement des résultats identiques aux ordres. En effet, les Foraminifères montrent 1 genre dans les terrains paléozoïques, aucun dans les terrains triasiques, 10 genres dans les terrains jurassiques, 36 dans les terrains crétacés, 57 dans les terrains tertiaires; et l'on en compte 67 dans les mers actuelles.

§ 1498. **Déductions climatologiques comparées.** Les *Foraminifères* nous offrent encore des résultats identiques aux autres séries animales (§ 242). Nous citerons seulement quelques exemples pour constater que, jusque dans les époques les plus rapprochées de nous, la répartition géologique n'a pas de rapport avec la répartition actuelle. On ne trouve aujourd'hui, à l'état vivant, que sous la zone torride, les genres *Orbiculina*, *Alveolina*, *Valvulina*, *Asterigerina*, *Amphistegina*, *Heterostegina* et *Articulina*, tandis qu'ils se montrent fossiles à Vienne, à Paris, à Londres, à Bordeaux, etc., jusque dans les étages faluniens et subapennins qui nous ont précédés sur la terre. C'est une preuve de plus que la terre a gardé sa chaleur centrale, de manière à neutraliser l'action des zones de latitude, jusqu'à l'instant où la faune actuelle a été créée.

§ 1499. **Déductions géographiques comparées.** Si, pour nous assurer s'il a existé des centres constants de création, nous voulons chercher quel est le rapport de la distribution géographique actuelle, comparée à la distribution géographique des genres de Foraminifères dans les étages géologiques, nous arriverons encore aux mêmes conclusions que pour les Mammifères (§ 243). En effet, le genre *Heterostegina* ne s'est encore montré vivant que dans l'archipel des Amis, les *Bolivina* seulement sur les côtes du Chili et de la Bolivia; les *Orbiculina*, les *Valvulina*, les *Asterigerina*, les *Articulina*, qu'aux Antilles; tandis que tous ces genres, inconnus aujourd'hui dans la Méditerranée et sur les côtes d'Europe, sont fossiles dans les derniers étages tertiaires de France, d'Autriche, d'Italie, d'Angleterre, etc., etc. On voit qu'il n'y a pas plus de rapports pour les animaux des classes inférieures que pour les animaux vertébrés, dans la distribution géographique ancienne comparée à la distribution actuelle.

§ 1500. **Déductions géologiques tirées des genres.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont très-marqués pour les Foraminifères. En effet, comme aucun des genres fossiles ne traverse tous les étages, les 73 genres connus de Foraminifères fossiles de notre 14e tableau sont autant de caractères négatifs qu'on peut appliquer à reconnaître les terrains et les étages inférieurs ou supérieurs, où ils ne se sont pas encore montrés; 72 sont applicables aux terrains paléozoïques, 73 aux terrains triasiques, etc., comme le tableau le démontrera.

Les caractères stratigraphiques positifs (§ 245) sont d'autant plus marqués pour les Foraminifères, qu'aucun genre n'occupant tous les étages, les 73 genres connus sont limités dans ces étages et peuvent servir de caractères positifs pour ceux où ils se trouvent. Sur ce nombre, 23 genres n'arrivent pas jusqu'à nous, et sont perdus pour l'époque actuelle.

§ 1501. **La persistance des caractères positifs** (§ 246) se trouve, pour les Foraminifères, aussi marquée que pour les autres êtres. On peut en juger en jetant les yeux sur le tableau, pour les genres *Cristellaria*, *Marginulina*, *Textularia*, *Alveolina*, *Spiroloculina*, etc.

§ 1502. **Les déductions géologiques tirées des espèces** (§ 247) sont, pour les Foraminifères, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire, qu'à l'exception de très-peu d'espèces qui se trouvent dans deux étages, toutes les autres sont spéciales à leur étage particulier (comme on pourra le voir dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*, où nous en citons 657), et dès lors seront caractéristiques de ces étages.

Ve Classe. INFUSOIRES.

§ 1503. Animaux libres ou fixes, nageurs, au moyen de cils vibratiles ou d'appendices flabelliformes; souvent un squelette siliceux.

Les beaux travaux de M. Ehrenberg ont fait connaître beaucoup d'animaux infusoires fossiles; mais les curieuses recherches du savant prussien, n'ayant pas eu pour point de départ des données géologiques assez positives, nous ne pouvons les employer dans cet ouvrage. Nous ne pouvons, en effet, y grouper que les faits les mieux constatés, afin de ne pas semer le germe des erreurs, en admettant des observations sans doute très-importantes sous le point de vue zoologique, mais qui ont encore besoin d'être contrôlées sous le rapport de leur valeur géologique d'application.

VIe Classe. AMORPHOZOAIRES, Blainville.

§ 1504. La série des Amorphozoaires renferme des êtres qui n'ont plus aucune apparence de mouvement, qui ne sont pourvus d'aucun

polypier, comme le croyait Lamarck, et qui, même, ne montrent plus de traces de sensibilité. Ce sont des corps polymorphes gélatineux ou albumineux, composés de granules transparents et sphériques, entourés de mucus, et soutenus par un *squelette corné* ou *testacé*, fibreux ou poreux, percés ou non par des *oscules*, qui sont les ouvertures extérieures de canaux aquifères creusés dans la substance même, et continuellement traversés par des courants. Suivant les observations de M. Grant, l'eau liquide pénètre dans le tissu par de petits pores afférents, répandus à la surface de ce corps, et en sort par les *oscules* ou les grands orifices fécaux.

La masse animale étant toujours la même, il ne reste d'autres caractères, pour diviser les nombreuses espèces en genres, que les caractères déduits de la nature du squelette intérieur. Plusieurs auteurs ont classé les espèces vivantes à réseaux cornés ; ainsi, M. Schweigger, en 1819, se basant sur la forme extérieure, fait de l'éponge commune (*Spongia officinalis*) le genre *Achilleum* ; de l'éponge tubuleuse *S. fistularis*), le genre *Scyphia* ; du *S. Oculata*, le genre *Manon*, et de l'*Alcion ficus*, le genre *Tragos*.

M. Fleming, partant de la nature des tissus et de la présence des spicules de silice ou de calcaire, a formé seulement trois divisions très-rationnelles. M. Milne Edwards a aussi proposé des groupes qui nous paraissent devoir être adoptés parmi les éponges connues ; mais il est étonnant que les nombreuses espèces fossiles de spongiaires n'aient jamais été le sujet d'aucun travail d'observation. On a lieu de s'étonner de voir M. Goldfuss, ne tenant aucun compte de la nature purement testacée de ces spongiaires fossiles, se baser sur des à peu près très-éloignés d'aspect extérieur, pour les classer dans les genres *Achilleum*, *Scyphia*, *Manon* et *Tragos* de M. Schweigger, destinés, comme on l'a vu, à renfermer des éponges à réseau corné, qui n'ont absolument aucun rapport avec les espèces fossiles. Il suffit, en effet, de jeter le coup d'œil le plus superficiel sur les spongiaires fossiles, pour s'assurer qu'ils n'ont jamais été cornés, mais que leur tissu a toujours été calcaire et pierreux ; ce dont on peut acquérir la preuve en voyant les coquilles parasites qui les recouvrent, et qui, dans aucun cas, n'auraient pu se fixer et croître sur une éponge cornée de la nature des éponges actuelles. D'ailleurs, en étudiant ces spongiaires fossiles, on reconnaît qu'elles avaient un tissu testacé non formé de réseaux filamenteux cornés, mais bien d'une masse poreuse, plus ou moins criblée de pores affluents, et ayant ou non des oscules ou orifices fécaux réguliers. On reconnaît encore que ce tissu était de contexture testacée, avant la fossilisation ; et que, s'il est devenu, quelquefois, plus dense par la pénétration des particules fossilisantes, il n'en a pas moins été ferme et cal-

caire, avant d'être fossile. L'ensemble n'a que très-rarement subi ces effets de pression si communs chez les coquilles. On trouve souvent qu'il a été roulé sur les côtes avec d'autres corps durs avant sa fossilisation, et enfin qu'il est couvert de coquilles et d'annélides parasites qui nous donnent la preuve qu'il était de nature peu différente à l'état vivant.

En partant de cette différence de contexture dans les spongiaires à tissu corné à réseau et à tissu testacé poreux, nous divisons les Amorphozoaires en deux ordres.

1er Ordre : AMORPHOZOAIRES A SQUELETTE CORNÉ (1).

§ 1505. Ensemble diversiforme, plus ou moins régulier, composé d'un squelette corné ou cartilagineux à réseaux irréguliers ou réguliers, pourvu ou non d'oscules ou de pores.

Fig. 332. Cliona Duvernoyi.

§ 1506. Famille des Clioxidæ, qui renferme des spongiaires à réseaux cartilagineux qui percent l'intérieur des pierres, et des coquilles de canaux irréguliers, ouverts de distance en distance par des oscules extérieurs. Cette famille ne renferme encore que le genre *Cliona*, Graut, 1826 (*Vioa*, Nardo, 1829; *Spongia*, Duvernoy, 1840). Nous en connaissons 3 espèces fossiles : les premières, de l'étage cénomanien. Le maximum se trouve dans les mers actuelles (*fig.* 332).

2e Ordre : AMORPHOZOAIRES A SQUELETTE TESTACÉ.

§ 1507. Ensemble diversiforme, plus ou moins régulier, composé d'un squelette testacé ferme, pourvu ou non d'*oscules* ou grands canaux déférents, et de *pores* ou canaux afférents, dans un tissu variable suivant les familles et les genres.

§ 1508. 1re famille : Ocellaridæ. Ensemble en lame mince, généralement de forme conique ou en cupule, porté par une racine, couvert, d'un ou des deux côtés, d'oscules ou de mailles disposés régulièrement, entre lesquels sont des pores nombreux.

§ 1509. G. *Coscinopora*, Goldfuss, 1826. Ensemble cupuliforme, très-

(1) Voyez, pour la distribution des genres et des espèces dans les étages, notre tableau no 15, pour le nom, la synonymie et la répartition de ces espèces, notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

évasé, formant souvent une coupe d'un énorme diamètre, porté par une base fixe. Des oscules très-nombreux, très-réguliers, par lignes en quinconce de chaque côté de l'ensemble. Pores très-nombreux entre les oscules. Nous connaissons, de ce genre perdu, 23 espèces : les premières, de l'étage cénomanien ; les dernières et le maximum, à l'étage sénonien (*fig.* 333).

Partie grossie.

Fig. 333. Coscinopora cupuliformis.

§ 1510. G. *Guettardia*, Michelin, 1844. Ce sont des *Coscinopora*, dont l'ensemble, au lieu de former une cupule, représente, par ses doubles replis, une espèce de croix Les 2 espèces connues sont de l'étage sénonien.

§ 1511 G. *Ocellaria*, Lamarck, 1816 (*Ventriculites*, Mantell, 1822). Ensemble cupuliforme, épais, percé en dedans, d'un grand nombre d'oscules ronds irrégulièrement placés, et en dehors d'une surface formée de rameaux dichotomes ou anastomosés, laissant entre eux des lacunes ovales ou allongées. Une racine rameuse. Mal compris par Lamarck, qui n'en avait qu'un moule, et méconnu, ensuite, par tout le monde, le genre *Ocellaria* nous paraît identique aux *Ventriculites* de Mantell. Nous en connaissons 9 espèces fossiles : la première, de l'étage cénomanien ; le maximum et les dernières, de l'étage sénonien.

Partie grossie.

Fig. 334. Cribrospongia reticulata.

§ 1512. G. *Cribrospongia*, d'Orb., 1847 (*Tragos*, Goldf., 1830 ; non

Tragos, Schweigger, 1819). Spongiaire testacé, percé de pores affluents ronds ou anguleux, épars, sur les intervalles d'oscules ronds ou oblongs, réguliers, peu distants, disposés souvent par série régulière, en dedans et en dehors d'un ensemble cupuliforme ou tubuleux, comme criblés Nous connaissons de ce genre perdu 29 espèces : les premières, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, de l'étage néocomien (*fig.* 334).

§ 1513. G. *Cœloptychum*, Goldfuss, 1826. Ensemble agariciforme, porté sur une racine et terminé par une ombrelle de contexture réticulée, pourvue, en dessus, de pores par lignes transverses, sur des zones rayonnantes, en dessous des rameaux On connaît de ce genre perdu 6 espèces fossiles de l'étage sénonien.

§ 1514. G. *Retispongia*, d'Orb., 1849. Ensemble cupuliforme, l'intérieur sans oscules, le dehors pourvu de branches anastomosées en mailles irrégulières, qui forment les oscules. Les deux espèces connues sont de l'étage sénonien.

§ 1515. G. *Thalamospongia*, d'Orb., 1849. Ensemble polymorphe, quelquefois digité, formé d'un réseau de lames verticales irrégulières, entre lesquelles sont d'autres lames transverses formant des chambres irrégulières. L'espèce connue est de l'étage néocomien.

§ 1516. G. *Palæospongia*, d'Orb., 1848. Ensemble subcupuliforme à contexture irrégulièrement réticulée par lignes concentriques L'espèce type est de l'étage silurien.

§ 1517. G. *Porospongia*, d'Orb., 1847. Larges expansions lamelleuses, solides, composées de filaments anastomosés de façon à constituer des mailles carrées. De grands oscules ronds, réguliers, distants, d'un seul côté. Les cinq espèces connues sont de l'étage oxfordien.

§ 1518. G. *Goniospongia*, d'Orb., 1847. Tissu formé de filaments droits, simples, parallèles entre eux, réunis par des traverses qui les coupent à angle droit entre lesquels sont des pores réguliers. Ensemble infundibuliforme ou tubuleux. Les 9 espèces connues sont de l'étage oxfordien.

§ 1519. 2e famille : SIPHONIDÆ. Ensemble très-épais, conique, en tube, largement perforé au centre, pourvu ou non d'oscules et de pores irrégulièrement placés. Pas de traces d'endothèque ni d'épithèque.

§ 1520. G. *Eudea*, Lamouroux, 1821. Ensemble en tubes étroits, cylindriques, isolés ou groupés, pourvus extérieurement d'oscules irréguliers, dans lesquels sont les pores, et de pores supérieurs. Ce genre perdu offre 23 espèces : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, à l'étage cénomanien.

§ 1521. G. *Perispongia*, d'Orb., 1847. Ensemble cupuliforme, très-épaissi et sans oscules ni pores en dessus Des oscules irréguliers, sans

pores bien marqués en dessous. Les 2 espèces connues sont de l'étage oxfordien.

§ 1522. G. *Camerospongia*, d'Orb., 1847. Ensemble creux représentant une coupe dont la partie supérieure très-rétrécie ne laisse qu'une

Fig. 335. Camerospongia fungiformis.

ouverture étroite au centre. Quelques oscules irréguliers en dessous. L'espèce connue est de l'étage sénonien (*fig.* 335).

§ 1523. G. *Verticillites*, Defrance, 1828. C'est un *Hippalimus* dont l'intérieur est divisé par des cloisons transverses qui forment autant de petites chambres. Les 4 espèces connues sont des étages néocomien, albien, cénomanien et sénonien

§ 1524. G. *Cnemidium*, Goldf., 1826 Ensemble cylindrique ou tubuleux, quelquefois rameux, de contexture dense, remplie de petits canaux inégaux, dont les supérieurs sont horizontaux, divergeant du centre à la circonférence. A l'intérieur, une excavation carrée sans oscules distincts. Ce genre perdu a offert 14 espèces : la première, de l'étage bajocien ; le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, de l'étage sénonien.

Fig. 336. Siphonia ficus.

§ 1525. G. *Siphonia*, Parkinson, 1811 (*Hallirhœa*, Lamouroux, 1821. *Polypothecia*, Benett). Ensemble pyriforme de contexture dense, porté sur une racine. Des oscules qui viennent s'ouvrir dans l'ouverture cylindrique du centre. On connaît, de ce genre perdu, 16 espèces : les premières, de l'étage cénomanien ; les dernières et le maximum, de l'étage sénonien (*fig.* 336).

§ 1526. G. *Hippalimus*, Lamouroux, 1821 (*Scyphia*, Goldf., 1826. Non Oken, Schweigger, 1819). Ensemble en tubes plus ou moins épais, isolés ou groupés, d'un tissu poreux, irrégulier, sans oscules. Quelquefois des pores irré-

guliers. Nous connaissons de ce genre perdu 44 espèces : les premières, de l'étage saliférien ; le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, de l'étage danien.

§ 1527. 3e famille : LYMNOREIDÆ, d'Orb., 1825. Ensemble variable, généralement de la forme d'un champignon, toujours pourvu d'endothèque ou d'épithèque très-épaisse.

§ 1528. G. *Lymnorea*, Lamouroux, 1821. Ensemble agariciforme, pourvu d'une endothèque commune et d'une épithèque particulière pour chaque individu cylindrique, dont le sommet plus large et percé au milieu d'un oscule irrégulièrement stelliforme. On connaît, de ce genre perdu, 11 espèces : les premières et le maximum, à l'étage saliférien ; les dernières, à l'étage oxfordien (*fig.* 337).

Fig. 337. Lymnorea Michelini.

§ 1529. G. *Tremospongia*, d'Orb., 1847. C'est un *Sparsispongia* dont l'ensemble est couvert d'une forte endothèque. L'espèce type est de l'étage turonien.

§ 1530. G. *Leiospongia*, d'Orb., 1847. C'est une *Lymnorea* sans oscule supérieur. Cette partie irrégulièrement poreuse. Nous connaissons de ce genre perdu 10 espèces : les premières et le maximum, de l'étage saliférien ; les dernières, de l'étage bathonien.

§ 1531. G. *Actinospongia*, d'Orb., 1847. Genre voisin du précédent, mais dont la partie supérieure très-convexe est pourvue de côtes rayonnantes irrégulières, sans oscule. L'espèce connue est de l'étage bathonien.

§ 1532. G. *Rhizospongia*, d'Orb., 1847. Ensemble cupuliforme, lisse, pourvu de nombreux oscules dans l'ouverture centrale ; porté par une racine rampante, dichotome, très-ramifiée et couverte d'une épithèque très-marquée (1). L'espèce type est de l'étage sénonien.

§ 1533. 4e famille : SPASISPONGIDÆ, d'Orb., 1825. Ensemble polymorphe, variable de forme, généralement d'un tissu épais, sans cavité médiane, sans endothèque ni épithèque, simplement pourvu d'oscules isolés ou par groupes.

§ 1534. G. *Chenendopora*, Lamouroux, 1821 (*Manon*, Goldfuss, 1830. Non Schweigger, 1819). Spongiaires, de contexture régulièrement réti-

(1) M. Michelin rapporte une espèce au genre *Polypothecia* d'Etheldred, qui renferme des *Siphonia*, tout en disant que ce pourrait être un annelide ou un mollusque (*Icon. Zooph.*, p. 147).

culée, à surface à peine poreuse, pourvue d'oscules ronds irrégulièrement espacés au sommet, d'un ensemble cupuliforme. On connaît, de ce genre perdu, 13 espèces : les premières et le maximum, à l'étage oxfordien ; les dernières, à l'étage sénonien.

§ 1535. G. *Forospongia*, d'Orb., 1847. Spongiaires lamelleux ou cupuliformes, criblés d'oscules des deux côtés. C'est un *Chenendopora* avec des oscules en dessus et en dessous. Les trois espèces connues sont des étages oxfordien, bajocien, et cénomanien.

§ 1536. G. *Ierea*, Lamouroux, 1821. Ensemble pyriforme, porté par une racine, pourvu sur une surface plane supérieure, d'un grand nombre d'oscules irrégulièrement espacés, qui forment des canaux verticaux intérieurs. On connaît, de ce genre perdu, 17 espèces : la première douteuse, de l'étage oxfordien ; les dernières, et le maximum à l'étage sénonien.

§ 1537. G. *Marginospongia*, d'Orb., 1847. Ensemble cupuliforme, porté par une tige et une racine. Des oscules seulement au pourtour sur le bord de la coupe. Contexture finement et irrégulièrement poreuse. Les deux espèces connues sont des étages cénomanien et albien.

§ 1538. G. *Pleurostoma*, Rœmer, 1840. Ensemble lamelleux, allongé, pourvu d'oscules sur les tranches latérales seulement. Les deux espèces connues sont de l'étage sénonien.

§ 1539. G. *Hemispongia*, d'Orb., 1847. Ensemble en buisson, formé de saillies demi-tubuleuses, chacune portant un oscule intérieur. Contexture peu poreuse. L'espèce type est de l'étage néocomien.

§ 1540. G. *Verrucospongia*, d'Orb., 1847. Ensemble polymorphe, de contexture grossière, à la surface duquel s'élèvent des oscules isolés, épars, saillant en tubes. Des 5 espèces connues, 1 est de l'étage saliférien ; les autres, de l'étage sénonien.

§ 1541. G. *Sparsispongia*, d'Orb., 1847. Ensemble polymorphe, pourvu, de distance en distance, de quelques oscules irréguliers, groupés au milieu de la masse, grossièrement réticulée. On connaît de ce genre perdu 8 espèces : les premières et le maximum, de l'étage devonien ; les dernières, de l'étage sénonien.

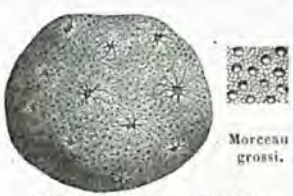


Fig. 338. Stellispongia variabilis.

§ 1542. G. *Stellispongia*, d'Orb., 1847. Ensemble amorphe, dont la surface est couverte de petits oscules à peine marqués, d'où partent comme des stries rayonnantes qui constituent une étoile informe. Nous connaissons de ce genre perdu 24 espèces : les premières et le maximum, à l'étage saliférien ; les dernières, de l'étage sénonien (*fig.* 338).

§ 1543. 5e famille : AMORPHOSPONGIDÆ, d'Orb. Ensemble polymorphe, très-variable de formes, d'un tissu variable ; sans cavité médiane, sans épithèque et sans oscules fécaux. Seulement des pores irréguliers.

§ 1544. G. *Cupulospongia*, d'Orb., 1847. Ensemble en lames épaisses, formant cupule ou partie de cupule, d'un tissu lâche ou compacte, avec de petits pores irréguliers. Nous en connaissons 48 espèces fossiles : la première, de l'étage salifèrien ; les dernières, et le maximum, à l'étage sénonien.

§ 1545. G. *Porocyphia*, Reuss, 1846. Ensemble en lames minces, formant des méandres très-compliqués. Tissu très-poreux, composé de petits sillons irréguliers, dans lesquels sont des pores ronds, presque régulièrement placés en lignes. Les 9 espèces de ce genre perdu sont : les premières, de l'étage cénomanien ; les dernières, et le maximum, de l'étage sénonien.

§ 1546. G. *Meandrospongia*, d'Orb., 1847 Lame mince, méandriforme, comme fibreuse en travers, sans oscules ni pores apparents. L'espèce connue est de l'étage turonien.

§ 1547. G. *Amorphospongia*, d'Orb., 1847 (*Achilleum*, Goldfuss ; non Schweigger, 1819). Ensemble globuleux ou rameux, d'un tissu poreux, irrégulier, sans canaux intérieurs ni oscules. Nous connaissons, de ce genre perdu, 49 espèces : les premières, de l'étage conchylien ; les dernières et le maximum, de l'étage sénonien.

§ 1548. G. *Turonia*, Michelin, 1846. Ensemble bolétiforme, représentant un cône irrégulier, comme déchiqueté par des sillons irréguliers, porté sur un pédoncule. L'espèce connue est de l'étage sénonien.

§ 1549. G *Stromatopora*, Blainville, 1834 (*Stromatocerium*, Hall., 1847). Ensemble amorphe, formé de couches concentriques plus denses, entre lesquelles sont des pores peu réguliers. Les 11 espèces connues de ce genre perdu sont : les premières, de l'étage silurien ; le maximum, à l'étage devonien ; la dernière, de l'étage salifèrien.

Résumé géologique sur les Amorphozoaires.

§ 1550. **Comparaison générale.** Notre tableau n° 15 de la répartition des genres et des espèces d'Amorphozoaires à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à nos jours, offre, pour ainsi dire, une anomalie avec nos autres résumés. Ce que l'on aperçoit, en effet, est très-remarquable. C'est que l'ensemble a été en progression croissante assez régulière, depuis les terrains les plus inférieurs jusqu'à la fin des terrains crétacés, où, tout à coup, ce développement s'est arrêté. Tous les genres, alors, se sont perdus pour toujours dans les couches terrestres, puisqu'un seul se montre encore aujourd'hui.

§ 1551. **Comparaison des ordres entre eux.** En comparant les deux ordres de cette dernière série animale, nous allons nous assurer si elles ont suivi la même distribution.

Les *Amorphozoaires testacés* ont commencé avec la première animalisation du globe, dans l'étage silurien. Les terrains paléozoïques offrent 3 genres ; les terrains triasiques, 10 ; les terrains jurassiques, 17 ; les terrains crétacés, 27, ou le maximum ; les terrains tertiaires, 1 seul ; et les mers actuelles, le même nombre ; ainsi, sans aucun doute, cette série animale a marché dans une progression croissante depuis le commencement du monde animé jusqu'à la fin des terrains crétacés ; mais là, elle s'est arrêtée, pour rester dans la voie décroissante la plus marquée jusqu'à nous.

Les *Amorphozoaires cornés* manquent dans les terrains paléozoïques, triasiques et jurassiques. Ils montrent 1 seul genre à la fin des terrains crétacés ; le même nombre dans les terrains tertiaires ; mais, comme on connaît environ 15 genres vivants aujourd'hui, on ne peut douter que depuis l'extinction des Amorphozoaires testacés, ils n'aient été remplacés par les Amorphozoaires cornés, qui sont au contraire dans une pleine voie croissante de nos jours.

On pourrait croire, en parlant de cette singulière répartition des ordres d'Amorphozoaires, que les mers devaient contenir beaucoup plus de particules calcaires en dissolution dans les quatre premiers terrains que dans les derniers ; car nous ne trouvons dans aucune série animale une transition aussi complète dans l'extinction subite de tous les genres testacés à la fin des terrains crétacés. Si l'on en juge par la régularité des formes d'Amorphozoaires testacés, par la répartition presque symétrique des oscules et des pores dans certains genres de cette série comparés aux éponges actuellement vivantes, on pourrait croire, de plus, que les Amorphozoaires étaient bien plus parfaits à ces époques passées qu'ils ne le sont actuellement. Il y aurait eu décroissance manifeste de perfection et de nombre.

§ 1552. **Déductions zoologiques générales.** Il nous reste peu de chose à dire après ce qui précède, si ce n'est que, pris dans leur ensemble, sans avoir égard aux ordres, les Amorphozoaires nous montrent 3 genres dans les terrains paléozoïques ; 10 genres dans les terrains triasiques ; 17 genres dans les terrains jurassiques ; 28 dans les terrains crétacés ; 2 dans les terrains tertiaires ; et 15 environ dans les mers actuelles. Pris séparément ou dans leur ensemble, les Amorphozoaires sont toujours dans une voie décroissante de développement générique depuis la fin des terrains crétacés jusqu'à présent.

§ 1553. **Déductions géologiques tirées des genres.** Les *caractères stratigraphiques négatifs* (§ 244) sont d'autant plus prononcés pour

les Amorphozoaires fossiles, qu'aucun des genres connus ne traverse tous les étages; que dès lors les 36 genres peuvent servir de caractères négatifs, et cela avec une certitude d'autant plus grande qu'ils sont négatifs en même temps pour les terrains inférieurs et supérieurs, car on sait qu'un seul sur ce nombre arrive à l'époque actuelle.

§ 1554. Les **caractères stratigraphiques positifs** (§ 245) sont également très-marqués pour les *Amorphozoaires*, puisque aucun ne traverse tous les étages; ils offrent dès lors toutes leurs formes ou les 36 genres connus comme caractères comparatifs d'application à la reconnaissance des étages où ils se trouvent.

§ 1555. La persistance des caractères positifs n'est pas moins marquée ici (§ 246), comme on peut en juger en regardant à notre tableau n° 15 les genres *Stromatopora*, *Hippalimus*, *Eudea*, *Chnemidium*, *Cliona*, etc.. etc.

§ 1556. Quant aux **déductions géologiques tirées des espèces** (§ 247), elles sont encore très-prononcées, puisqu'à cela près de quelques espèces, toutes, ou les 412 espèces mentionnées dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*, sont caractéristiques de leurs étages spéciaux.

CHAPITRE IX.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX SUR LES ÉLÉMENTS ZOOLOGIQUES.

Comme ces résultats appartiennent à deux ordres de faits que nous devons traiter séparément, nous les grouperons en deux catégories :

1° Les déductions de zoologie et de physiologie générale comparées;

2° Les déductions géologiques générales d'application.

† Déductions de zoologie et de physiologie générales comparées.

§ 1557. L'une des questions les plus importantes de la zoologie générale est, sans contredit, celle qui se rapporte à la marche successive de l'animalisation sur le globe, depuis les temps géologiques les plus reculés jusqu'à l'époque actuelle. De cette étude dépend, en effet, la solution définitive du grand problème zoologique, de la perfection successive des organes, comparée à l'ancienneté des animaux dans les divers âges du monde. Les savantes recherches de Cuvier tendaient évidemment à ce but; mais l'illustre auteur de l'ouvrage sur les ossements fossiles s'étant borné aux Mammifères et aux Reptiles, les déductions qu'il tire de ses observations ne s'appliquent, quelque importantes qu'elles soient,

qu'à ces deux classes d'êtres. Depuis Cuvier, M. Richard Owen, avec la rare sagacité qui le distingue, a surtout étudié les animaux vertébrés. MM. Agassiz, Hermann de Meyer et beaucoup d'autres savants, se sont plus particulièrement encore occupés du même embranchement.

Les trois autres embranchements des animaux, renfermant à eux seuls les cinq sixièmes des genres connus à l'état fossile, et douze fois plus d'espèces ensevelies dans les couches terrestres que les animaux vertébrés, ont également été traités dans beaucoup d'ouvrages; mais, rédigés souvent par des hommes étrangers à la zoologie analytique, ces ouvrages, ne sont, il faut bien le reconnaître, que très-rarement au niveau des travaux que nous venons de citer sur les animaux vertébrés; et leur ensemble hétérogène ne saurait donner aucun résultat certain. Il convient donc, pour en tirer parti, de discuter avant tout sévèrement chacun des documents isolés qu'ils renferment, afin de rectifier les erreurs de détermination et de ramener les choses à leur valeur réelle. Convaincu de cette nécessité, et désirant arriver à une solution positive, nous avons voulu appliquer à l'étude des animaux invertébrés fossiles l'expérience et l'habitude que pouvait nous avoir données une vie entièrement consacrée aux recherches zoologiques sous toutes les zones de température. Depuis 1839, surtout, nous n'avons pas cessé nos recherches sur les animaux mollusques et rayonnés fossiles. Nous avons publié, dans notre *Paléontologie française*, et dans beaucoup d'autres ouvrages sur la zoologie analytique fossile, une très-nombreuse série de travaux qui nous ont permis d'effectuer beaucoup de réformes spéciales par une application nouvelle des variations qui déterminent l'âge et le sexe, chez un grand nombre d'êtres perdus. Indépendamment de nos travaux particuliers, contenant quelques milliers d'espèces, nous avons encore voulu discuter un à un tous les faits que renferment les ouvrages publiés jusqu'à ce jour, dans le but de rectifier quelquefois l'âge chronologique, et de ramener les corps organisés fossiles inscrits dans le domaine de la science à l'unité du genre, à l'unité de l'espèce, ou, pour mieux dire, à une valeur comparative uniforme, condition indispensable de tout travail d'ensemble. Nous avons d'abord consigné ces documents ainsi rectifiés dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, qui contient, à lui seul, plus de 18,000 espèces, afin qu'on puisse apprécier les bases sur lesquelles reposent nos conclusions. Nous avons, ensuite, dans la partie zoologique de cet ouvrage, passé en revue chaque série animale, pour reconnaître comment s'y comportent les espèces dans les genres et les genres dans les classes, suivant la succession chronologique des âges du monde, afin d'obtenir la marche spéciale à chacune de ces classes en particulier. Nous avons même résumé, pour chacune d'elles, dans un tableau

spécial, la répartition des genres et des espèces à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle. Enfin, après dix années d'un travail des plus opiniâtres et des plus fastidieux, nous donnons ici les résultats définitifs auxquels nous sommes arrivé sur l'ensemble des animaux fossiles connus aujourd'hui, c'est-à dire sur le chiffre de 24,000 espèces, contenues dans 1,600 genres différents, appartenant aux quatre grands embranchements : des animaux vertébrés, des animaux annelés, des animaux mollusques et des animaux rayonnés.

Pour arriver à démontrer les résultats généraux, nous avons groupé, dans un tableau d'ensemble, comme résumé des recherches partielles, tous les ordres d'animaux, suivant l'instant d'apparition de leurs premiers genres dans les couches terrestres, et celui où ces genres ont atteint leur maximum de développement numérique. (Voyez notre 16e tableau.)

Nous allons successivement examiner :

1° L'instant d'apparition des ordres d'animaux comparés à leur nombre respectif dans les âges du monde;

2° Les périodes croissantes ou décroissantes, dans les âges du monde, des ordres d'animaux comparés à la perfection de l'ensemble de leurs organes.

3° L'instant d'apparition, dans les âges du monde, des ordres d'animaux, comparés au degré de perfection de l'ensemble de leurs organes.

A. — Instant d'apparition des ordres d'animaux comparés à leur nombre respectif dans les âges du monde.

§ 1558. En jetant les yeux sur notre tableau, on y voit d'abord qu'un certain nombre d'ordres existaient avec la première animalisation, et que ce nombre a constamment augmenté, jusqu'à présent, dans les âges du monde. Si, en effet, sans tenir compte des organes des animaux compris dans ces ordres, nous les divisons suivant leur âge et leur nombre, nous arriverons aux conclusions suivantes :

Ordres connus dans les terrains paléozoïques.....	31
Ordres connus dans les terrains triasiques.....	21
Ordres connus dans les terrains jurassiques....	41
Ordres connus dans les terrains crétacés..... ...	41
Ordres connus dans les terrains tertiaires....	71
Ordres existant dans la faune contemporaine.....	76

Les chiffres précédents démontrent que, pris dans leur ensemble nu-

mérique et sans s'occuper de leurs caractères, les ordres d'animaux sont d'autant plus nombreux qu'ils se rapprochent davantage de notre époque ; qu'ils sont, en un mot, dans une progression croissante de nombre des terrains les plus anciens aux plus modernes, et qu'aujourd'hui les ordres d'animaux sont à leur maximum numérique de développement. Les résultats purement numériques prouveraient donc, pour les ordres, que la multiplicité des formes animales est d'autant plus grande qu'on s'approche de l'époque actuelle. Il reste, maintenant, à rechercher si cette multiplicité de formes est en rapport avec la complication et la perfection comparative des organes.

B. — Périodes croissantes ou décroissantes, dans les âges du monde, des ordres d'animaux comparés à la perfection de l'ensemble de leurs organes.

§ 1559. Notre tableau, résumé complet de la manière dont les genres se comportent dans chaque ordre d'animaux en particulier, montre de suite, que ces ordres peuvent se diviser en deux séries, qui ont suivi une marche toute différente.

1° Les ordres dont les genres atteignent leur maximum numérique aux époques géologiques passées, et ne présentent plus, à l'époque actuelle, que des nombres inférieurs à celui qu'ils présentaient dans les âges antérieurs ; ordres placés, depuis plus ou moins longtemps, dans une *période décroissante de développement de formes zoologiques.*

2° Les ordres dont le nombre des genres a toujours été croissant, ou qui, après des variations, se trouvent à leur maximum numérique à l'époque actuelle ; ordres placés toujours dans une *période croissante de développement de formes zoologiques.*

Voyons d'abord le nombre comparatif des ordres dans les périodes décroissantes et croissantes.

Nous avons, dans la période décroissante, 13 ordres ; dans la période croissante, nous en avons 64.

Si nous opposons ces 13 ordres en voie décroissante aux 64 ordres, qui sont toujours, au contraire, dans la période croissante de développement de formes zoologiques, on aura la certitude que, relativement au nombre, les ordres de la période décroissante sont en minorité ; mais cette minorité, n'ayant jamais été constatée, acquiert une immense importance, puisqu'elle vient modifier entièrement les idées sur la marche toujours croissante de l'animalisation sur la terre. Quand on voit, en effet, 13 ordres sur 77, ou plus du sixième de l'ensemble numérique, se trouver dans la période décroissante de développement de formes zoologiques, on doit naturellement en conclure que toutes les séries animales n'ont

pas suivi une marche uniforme dans les âges du monde. On y voit encore une exception importante à cette loi trop généralement admise du perfectionnement progressif des êtres, en marchant des époques anciennes aux plus modernes.

Si, en effet, ces 13 ordres en décroissance avaient leur maximum aux dernières époques qui nous ont précédés sur la terre, on pourrait encore croire à ce perfectionnement progressif jusqu'à l'instant où ces séries animales ont commencé à décroître; mais il n'en est pas ainsi, comme on va le voir par l'époque géologique à laquelle, d'après les données actuelles, ces ordres ont atteint leur maximum de développement générique. Nous voyons entrer dans cette période décroissante, avec les terrains paléozoïques, les premiers de l'animalisation : les Poissons placoïdes, les Poissons ganoïdes, les Crustacés trilobites, les Mollusques céphalopodes tentaculifères, les Mollusques brachiopodes brachidés, et les Crinoïdes fixes.

Les 7 autres ordres entrent en voie décroissante avec les époques suivantes :

Dans les terrains jurassiques, la 3e grande époque du monde, on trouve les Reptiles sauriens et les Crinoïdes libres.

Dans les terrains crétacés, la 4e grande époque du monde, les Mollusques bryozoaires, les Mollusques brachiopodes cirrhidés, les Foraminifères cyclostègues, les Amorphozoaires testacés.

Enfin, dans les terrains tertiaires qui nous ont précédés sur la terre : les Mammifères pachydermes, les Mammifères édentés.

§ 1560. En résumé, on voit que, sur les 13 ordres, 6 ou près de la moitié de l'ensemble, entrent dans la période décroissante avec la première époque de l'animalisation du globe; tandis que deux seulement ont atteint cette période dans l'âge qui nous a précédés sur la terre. Ce résultat est encore tout à fait contraire au perfectionnement progressif, puisque la moitié de l'ensemble commence sur le globe par leur maximum de développement de formes zoologiques, et s'est, au contraire, toujours trouvée dans la période décroissante jusqu'à notre époque.

Nous allons, du reste, considérer le nombre et la valeur des 13 ordres en voie décroissante, par rapport à la place qu'ils occupent dans les quatre grands embranchements des animaux, afin de reconnaître si ces rapports sont ou non favorables au perfectionnement successif des êtres.

§ 1561. **Embranchement des animaux rayonnés.** Commençons par les êtres les moins parfaits, ceux qui, suivant l'hypothèse du perfectionnement, devraient prédominer, puisqu'ils auraient dû paraître les premiers, et atteindre aussi les premiers leur période décroissante. Ce résumé numérique nous donne :

En décroissance, 4 ordres; en croissance, 12; rapport, 1/3. Le rapport

de nombre est donc de 1 à 3, ce qui n'est pas considérable, surtout lorsqu'on voit ce résultat rester au-dessous de celui que nous offrent les animaux mollusques, et ne montrer que moins du double des rapports qui existent chez les animaux vertébrés, les premiers de l'échelle.

Si les proportions étaient suivant l'hypothèse du perfectionnement, on devrait trouver ces quatre ordres en voie de décroissance parmi les dernières séries animales ; mais il n'en est pas ainsi. Bien qu'on remarque, parmi ces ordres, l'un des *Amorphozoaires*, ou Spongiaires testacés, les êtres les plus informes et l'un des 7 ordres de *Foraminifères* encore dans les dernières séries des êtres, il n'en est pas moins vrai que les *Échinodermes*, les plus parfaits des animaux rayonnés, forment, à eux seuls, la moitié de ce nombre, et qu'un de leurs ordres montre son maximum vingt étages avant les Amorphozoaires, les derniers dans l'organisation animale. On voit que, suivant les périodes croissantes et décroissantes seulement, les animaux rayonnés offriraient non-seulement des exceptions au perfectionnement progressif, mais prouveraient même une marche contraire.

§ 1562. **Embranchement des animaux mollusques.** La question de savoir si les Mollusques doivent venir avant ou après les animaux annelés n'est pas, pour nous, tranchée d'une manière bien définitive ; car il est certain que, si les animaux annelés sont doués de moyens de locomotion plus parfaits, sous certains rapports, les Céphalopodes, parmi les Mollusques, offrent une organisation bien plus complète sous d'autres points de vue ; aussi ne présentons-nous ces embranchements que comme des séries qui doivent marcher parallèlement, et non l'une après l'autre. Parmi les Mollusques nous trouvons le résumé numérique suivant :

En décroissance, 4 ordres ; en croissance, 10 ; rapport, 2/5. Le rapport de nombre est, comme on le voit, des deux cinquièmes ; nombre qui place les animaux mollusques bien avant les animaux rayonnés pour les ordres en voie décroissante de développement, et offre, dès lors, bien plus d'exceptions numériques à la loi du perfectionnement progressif.

Ces exceptions sont encore bien plus frappantes, quand on y voit les *Céphalopodes*, les premiers des Mollusques par la perfection de leurs organes, parmi les 4 ordres en décroissance ; car, alors, ce ne sont plus quelques ordres qui forment cette exception, mais bien l'embranchement tout entier. Nous voyons, en effet, les Céphalopodes atteindre leur période décroissante dès le premier âge du monde animé dans l'étage silurien, c'est-à-dire deux étages avant les *Brachiopodes brachidés*, vingt et un étages avant les *Brachiopodes cirrhidés*, bien moins parfaits que ces derniers, et vingt-deux étages avant les *Mollusques bryozoaires*, les derniers de l'embranchement sous le rapport de la perfection des organes. Il n'est donc pas douteux que, d'après les périodes

croissantes ou décroissantes, le perfectionnement progressif des êtres est tout à fait illusoire pour les animaux mollusques, qui, depuis les premiers âges du monde jusqu'à présent, ont, au contraire, marché dans la voie de dégénérescence la plus marquée, la plus positive.

§ 1563. **Embranchement des animaux annelés.** Nous citons ici cet embranchement plutôt pour compléter le cadre de nos considérations que pour en faire un parallèle régulier avec les autres ; car, de tous les êtres, ces derniers ont été le plus facilement détruits dans les couches terrestres, qui ne nous offrent plus, sans doute, que quelques débris échappés à leur prompte altération et aux grandes commotions géologiques du globe. Les animaux annelés fossiles, tels que nous les connaissons, offrent le résultat numérique suivant :

En décroissance, 1 ordre; en croissance, 18; rapport, 1/18. Le rapport de nombre est d'un dix-huitième pour les animaux annelés ; mais, comme nous l'avons dit, ce résultat n'est basé que sur le peu de débris de ces animaux qui ont pu échapper à l'anéantissement général de ces êtres peu faits pour résister à des causes si nombreuses de complète destruction. Cet ordre en décroissance, celui des *Crustacés trilobites*, qui né avec la première animalisation du globe y trouve son maximum, et disparaît du monde animé deux étages après, appartient du reste aux Crustacés, animaux plus parfaits, par exemple, que les Annelides, que les Cirrhipèdes, dont le maximum se trouve à l'époque actuelle.

§ 1564. **Embranchement des animaux vertébrés.** L'embranchement des êtres les plus parfaits, celui auquel appartient l'homme, devrait, si la loi du perfectionnement existait, ne montrer aucun ordre en décroissance : ce qui ne résulte pas des faits ; car l'observation donne le résultat suivant :

En décroissance, 5 ordres ; en croissance, 23 ; rapport, plus de 1/5. Le rapport de nombre est de plus d'un cinquième, ou un peu moins d'un quart, proportion énorme pour des animaux si élevés dans l'échelle. Ce résultat prouve que les quatre embranchements ont marché parallèlement, et non successivement, dans leur développement de formes.

Voyons maintenant, suivant la place qu'occupent ces 5 ordres dans les animaux vertébrés, si la loi de perfectionnement existe. Les animaux vertébrés, d'après leur degré croissant de perfection physiologique, se composent des Poissons, des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères. Si cet embranchement avait suivi la ligne graduelle du perfectionnement, on devrait trouver tous les ordres en voie de décroissance parmi les Poissons, les moins parfaits, et aucun dans les Mammifères. Il n'en est pourtant pas ainsi : car, sur les 5 ordres en décroissance, 2 appartiennent aux *Poissons*, les *Placoïdes* et les *Ganoïdes* ; 1 aux *Reptiles*, les *Sauriens* ; et 2 aux *Mammifères*, les *Pachydermes* et les

Édentés. Les 2 ordres de Poissons, les Ganoïdes et les Placoïdes, ne sont pas les moins parfaits de l'ensemble : puisque non-seulement ils sont supérieurs, sous ce rapport, aux Pleuronectoïdes ou poissons non symétriques encore dans la période croissante ; mais encore, parmi eux, les Placoïdes, dont dépendent les Squales, sont encore d'après les belles recherches de M. Duvernoy, supérieurs à tous les autres Poissons, sous le rapport de la perfection. Suivant ce résultat, les Poissons auraient suivi une marche contraire au perfectionnement. L'ordre des Reptiles en décroissance, celui des Sauriens, n'était certainement pas le dernier des Reptiles, puisqu'il est supérieur, à tous égards, aux *Batraciens*, soumis à des métamorphoses et dans la voie croissante. Les Mammifères en voie décroissante, les Pachydermes et les Édentés, sont, sans aucun doute, plus parfaits que les *Cétacés*, toujours en voie croissante. Il est donc évident que, chez les animaux vertébrés, considérés suivant les périodes croissantes et décroissantes, non-seulement il n'y a pas de preuves du perfectionnement successif, mais qu'ils donnent, au contraire, des preuves de la non-existence de cette marche. Il est encore certain que, d'après les considérations qui précèdent, les classes de cet embranchement n'ont pas marché successivement, mais bien parallèlement ; ce qui exclut tout à fait ce perfectionnement successif.

§ 1565. En nous résumant sur l'ensemble des périodes croissantes et décroissantes des ordres d'animaux comparés aux âges du monde, on voit que, suivant le nombre des ordres, la majorité serait encore dans la voie croissante; tandis que, suivant la valeur des caractères physiologiques comparés à l'âge, tous ces résultats numériques disparaissent pour faire place à la démonstration la plus certaine du non-perfectionnement successif des êtres.

En effet, les détails dans lesquels nous sommes entré à chaque embranchement conduisent à cette conclusion très-importante : Si l'hypothèse du perfectionnement progressif existait, on devrait trouver tous les ordres dans la période décroissante parmi les animaux rayonnés les plus imparfaits, et aucun parmi les animaux vertébrés les plus parfaits, tous ces ordres en décroissance ne se trouvant pas dans le premier embranchement, puisque les animaux vertébrés en offrent dans des proportions peu différentes. On voit, dès lors, que ces quatre embranchements n'ont pas marché successivement, suivant leur degré de perfection comparative dans les âges du monde, mais sur quatre lignes parallèles indépendantes, résultat tout à fait contraire au perfectionnement progressif pris en général.

S'il existait, du reste, quelques doutes à cet égard, la comparaison du nombre des ordres dans chaque classe, comme nous l'avons fait ressortir dans un tableau spécial (voyez notre 17e tableau), viendrait prou-

ver que ce parallélisme existe non-seulement dans les quatre grands embranchements, comparés aux âges du monde animé; mais qu'il faut encore l'admettre dans les classes de ces embranchements, qui toutes ont suivi des lignes parallèles indépendantes dans ces âges du monde, et non une ligne de succession suivant leur degré de perfection comparative : dernière conclusion qui détruit tout à fait le perfectionnement successif des êtres, en marchant des époques les plus anciennes vers l'époque actuelle.

C. — Instant d'apparition, dans les âges du monde, des ordres d'animaux comparés au degré de perfection de l'ensemble de leurs organes.

§ 1566. Comme nous l'avons fait remarquer précédemment, le nombre des ordres a, dans les comparaisons, moins de valeur que la perfection relative des organes. Nous allons, sous ce rapport, comparer l'instant d'apparition, dans les âges du monde, des différents ordres d'animaux avec le degré de perfection de leurs organes.

En jetant les yeux sur notre tableau de la répartition des ordres à la surface du globe terrestre, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à notre époque (16e tableau), on voit, d'après les données actuelles de la science, qu'avec la première grande époque géologique, la période paléozoïque, vivaient 31 ordres d'animaux sur 77, ou presque la moitié, nombre considérable quand on considère les causes multipliées de destructions qui se sont opposées à ce que cette première époque, si éloignée de nous, puisse nous montrer entièrement la richesse réelle de son animalisation. Néanmoins cette première époque offrant à l'industrie, sur tous les points du monde, l'exploitation de la houille comme mobile des recherches, nous croyons que c'est la plus connue, et celle, peut-être, qui nous présente les résultats les plus complets.

Ces 31 ordres, rencontrés dans les terrains paléozoïques, sont ainsi répartis dans les différents embranchements :

Animaux rayonnés.....	8 ordres.
Animaux mollusques.....	9 ordres.
Animaux annelés.....	11 ordres.
Animaux vertébrés.....	3 ordres.

Ainsi, les quatre grands embranchements seraient également représentés; ce qui prouverait que tous sont nés avec la première grande époque du monde animé, sans manifester de prédominance trop marquée. Ce résultat, des plus positifs, puisqu'il est basé sur un nombre considérable de faits, ne serait, en aucune manière, favorable à l'idée trop géné-

ralement admise que les êtres sont d'autant plus parfaits qu'ils se rapprochent de l'époque actuelle. Pour que cette hypothèse fût vraie, il faudrait que tous ces ordres de la première animalisation du globe appartinssent seulement aux classes inférieures ; ce qui n'est pas. Nous croyons donc que ces chiffres ont seuls une grande signification dans la question ; mais, avant de conclure, discutons avec détail ce que nous donnera la perfection relative des ordres dans chaque embranchement pris en particulier.

§ 1567. **Embranchement des animaux rayonnés.** Si les êtres étaient d'autant moins parfaits qu'ils sont plus anciens, on devrait, dans les terrains paléozoïques, premier âge du monde animé, trouver que les ordres existants appartiennent aux Amorphozoaires ou aux Foraminifères, les derniers sous le rapport de la perfection des organes, et qu'aucun ne dépend des Échinodermes, les plus parfaits des animaux rayonnés ; mais il n'en est pas ainsi, comme le prouve la liste suivante de ces 8 ordres, connus dans les terrains paléozoïques : les Échinodermes échinides ; les Echinodermes astérides ; les Échinodermes ophiuroïdes ; les Échinodermes crinoïdes fixes ; les Polypiers zoantaires ; les Polypiers alcyonaires ; les Foraminifères hélicostègues ; les Amorphozoaires testacés ou éponges. On voit, en effet, que, sur ces 8 ordres d'animaux rayonnés des terrains paléozoïques, 4 ou la moitié appartiennent aux Échinodermes, que nous venons de dire être les plus parfaits, et 2 aux Zoophytes ; tandis qu'il reste seulement 2 ordres aux classes les plus inférieures, les Foraminifères et les Amorphozoaires, les derniers des animaux rayonnés sous le rapport de la perfection de leurs organes. Il sera prouvé, par cette comparaison, que les plus parfaits des animaux rayonnés sont nés, en grande majorité, avec la première animalisation du globe, ce qui est tout à fait opposé à la marche croissante du développement successif des organes des animaux, en remontant des âges géologiques les plus anciens vers les plus modernes.

Voyons, maintenant, si la succession des terrains postérieurs nous présentera des faits confirmant ou infirmant ces résultats. La deuxième grande époque, les *terrains triasiques*, qui suivent les terrains paléozoïques, ne nous montrent aucun ordre nouveau d'animaux rayonnés. La troisième grande époque, les *terrains jurassiques*, offrent seulement de plus : 1 ordre d'Échinodermes, les Crinoïdes libres, moins avancés en perfection d'organes que les Échinides et les Astéroïdes de la première animalisation ; et 2 ordres de Foraminifères, les moins parfaits de l'ensemble. La quatrième grande époque, les *terrains crétacés*, présentent encore 4 ordres de Foraminifères et 1 d'Amorphozoaires, les derniers dans l'échelle de la perfection des organes. Enfin la cinquième grande époque, les *terrains tertiaires*, qui nous

ont précédés sur la terre, n'ont aucun ordre nouveau. Il est donc évident que, depuis le commencement du monde animé jusqu'à l'époque actuelle, les animaux rayonnés ont marché dans une voie stationnaire constante, ou même quelquefois dans une voie rétrograde, par rapport à la perfection des organes; qu'il n'a été créé aucun mode nouveau d'existence, et surtout aucun ordre plus parfait que ceux des premiers âges du monde, ce qui est encore tout à fait opposé au perfectionnement général des êtres dans les âges du monde.

§ 1568. **L'embranchement des animaux mollusques** nous montre-t-il des résultats plus satisfaisants pour cette hypothèse? Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les ordres des Mollusques des terrains paléozoïques, les premiers de l'animalisation, appartinssent tous aux moins complets des Mollusques, et aucun aux plus parfaits, tels que les Céphalopodes. Nous trouvons à la place, dans les 9 ordres de Mollusques des terrains paléozoïques : les Céphalopodes tentaculifères; les Gastéropodes pectinibranches; les Gastéropodes scutibranches; les Ptéropodes; les Lamellibranches sinupalléales; les Lamellibranches intégropalléales; les Lamellibranches pleuroconques; les Brachiopodes brachidés, et les Bryozoaires. Toutes les classes de Mollusques y sont également représentées; et, de plus, on y voit les Céphalopodes les plus parfaits de cette série à leur maximum de développement de formes génériques; 2 ordres de Gastéropodes, les plus complets après les Céphalopodes; les 3 ordres des Lamellibranches, des Brachiopodes les plus parfaits et des Bryozoaires. Il sera donc prouvé ici, comme pour les animaux rayonnés, que les plus parfaits des animaux mollusques sont nés avec la première animalisation du monde, et qu'ils y sont même dans leur plus grand développement d'ordres, résultat encore en opposition complète avec la marche croissante du développement successif des organes des animaux, en allant des premiers âges du globe animé à l'époque actuelle.

Voyons, du reste, en remontant dans les âges du monde, ce que nous trouvons pour les animaux mollusques, relativement aux ordres nouveaux qui apparaissent successivement. Dans les terrains triasiques naît l'ordre des Céphalopodes acétabulifères, aussi le plus parfait des Mollusques, et cela encore à une époque bien reculée par rapport à nous. Dans les terrains jurassiques apparaissent les *Gastéropodes tectibranches*, et les *Brachiopodes cirrhidés*, tous deux certainement inférieurs en perfection à ceux de leur classe qui sont nés dans la première grande époque. Les terrains crétacés n'en offrent pas de nouveaux, et les terrains tertiaires n'en montrent que 1 ordre, les *Gastéropodes pulmonés*, qui, spécialement conformés pour respirer l'air en nature, ne sont pas, sous d'autres rapports, supérieurs aux Gastéropodes de la

première animalisation et encore moins aux Céphalopodes. C'est, en un mot, un mode nouveau d'existence qui tient, non au véritable perfectionnement, mais à des circonstances particulières. On peut donc dire, comme pour l'embranchement précédent, que, dans les âges du monde, les animaux mollusques sont encore restés stationnaires, ou même ont rétrogradé chez les plus parfaits, et n'ont montré, dans les dernières périodes d'existence, aucun ordre plus parfait que ceux des terrains paléozoïques ; car les Gastéropodes pulmonés qui ont paru avec les terrains tertiaires les plus voisins de notre époque, sont loin d'être aussi parfaits que les Céphalopodes, qui ont eu leur maximum de développement dans les premiers âges du monde animé. Les Mollusques n'offrent donc, dans les terrains géologiques, ni par la faune première, ni par la succession des faunes, rien qui soit favorable au perfectionnement successif des organes.

§ 1569. **L'embranchement des animaux annelés**, considéré sous le rapport de la perfection successive des organes, devrait, pour qu'il y eût accord, nous montrer, avec les terrains paléozoïques les plus anciens, tous les ordres dans les classes les moins parfaites, et aucun dans les plus parfaites. Les résultats sont encore ici tout à fait opposés, comme le prouvent les 11 ordres suivants, que nous connaissons dans les terrains paléozoïques : les Insectes coléoptères; les Insectes orthoptères ; les Insectes névroptères ; les Arachnides ; les Crustacés trilobites ; les Crustacés cyproïdes ; les Crustacés phyllopodes ; les Crustacés xiphosures; les Cirrhipèdes ; les Annélides dorsibranches, et les Annélides tubicoles. Nous voyons, d'abord, toutes les classes représentées; ce qui est déjà un résultat contraire ; mais encore, dans ces classes, nous trouvons, parmi les Insectes, 3 ordres, parmi les Crustacés 4, au milieu desquels on compte les Coléoptères, les plus complets des insectes; les deux séries les plus importantes des animaux annelés sont largement représentées, ainsi que les Arachnides, les Cirrhipèdes et les Annélides. Nous aurions donc, pour les animaux annelés, des résultats identiques à ceux des deux embranchements précédents. Il serait prouvé de même, que les plus parfaits des animaux annelés sont nés avec les premiers êtres du monde animé, pendant les terrains paléozoïques ; qu'ils y ont eu un grand développement d'ordres : résultat en opposition directe avec la marche croissante du développement successif des organes des êtres, en avançant des premiers âges du monde animé vers notre époque.

Suivons les grandes époques géologiques qui ont succédé aux terrains paléozoïques, pour reconnaître ce qui a existé jusqu'à nos jours relativement aux animaux annelés. La seconde grande époque, les terrains triasiques, ont offert 1 seul ordre de Crustacés de plus, celui des Dé-

capodes, à ajouter aux 4 ordres qui existent déjà. La troisième grande époque, les terrains jurassiques, ont montré encore 1 ordre de Crustacés, les Isopodes; et 4 d'Insectes, les Diptères, les Hémiptères, les Hyménoptères et les Lépidoptères, nullement supérieurs en organisation à ceux de la première animalisation. La quatrième grande époque, les terrains crétacés, n'ont pas un ordre de plus. Pour la cinquième grande époque, les terrains tertiaires, ils offrent 2 ordres de Crustacés bien inférieurs, comme organisation, à ceux des terrains paléozoïques et triasiques, et les premières traces certaines des Insectes myriapodes, évidemment inférieurs aux Coléoptères, que nous voyons dans les premiers âges du monde. Ici nous devons conclure absolument, comme pour les animaux rayonnés, que tous les résultats sont contraires au perfectionnement des êtres, en suivant l'âge chronologique du monde animé.

§ 1570. **L'embranchement des animaux vertébrés** ne montre pas, sous ce rapport, de résultats aussi positifs; et même, jusqu'à un certain point, l'hypothèse du perfectionnement progressif due à leur seule étude était, en ce qui les concerne, fondée sur quelques faits. Nous avons dit que, pour que cette supposition fût vraie, il faudrait que les moins complets des animaux vertébrés fussent les seuls représentés dans le premier âge du monde. Nous trouvons parmi les 3 ordres des terrains paléozoïques : les Reptiles sauriens, les Poissons placoïdes ou squales, et les Poissons ganoïdes. Il n'y aurait donc pas là une confirmation; car, bien qu'il manque encore les Oiseaux et les Mammifères, plus complets que les Reptiles et les Poissons, les deux classes représentées n'en suivraient pas moins une marche tout opposée. En effet, les Reptiles de ce premier âge sont les Sauriens, certainement bien supérieurs en organisation aux Reptiles ophidiens ou Serpents, dépourvus de membres, et surtout aux Batraciens, soumis à des métamorphoses et qui ne paraissent que bien plus tard. Les Poissons de cette première époque appartiennent aux Placoïdes ou Squales, les plus parfaits des Poissons, comme l'a reconnu M. Duvernoy, et aux Ganoïdes, évidemment supérieurs aux Pleuronectoïdes non symétriques, qui ne se montrent que dans les dernières périodes géologiques. On voit que deux classes sur quatre, dans les animaux vertébrés, n'ont pas suivi, dans leur instant d'apparition sur la terre, comparée à la perfection de leurs organes, une marche en rapport avec la perfection croissante de ces organes, puisque les plus parfaits se montrent les premiers. Nous allons, avant de conclure, scruter les âges postérieurs, afin d'y chercher des confirmations ou des contradictions.

En remontant dans les terrains qui ont succédé aux terrains paléozoïques, les terrains triasiques, ou seconde grande période de l'animalisa-

tion, nous présentent l'ordre des Oiseaux échassiers, et celui des Reptiles chéloniens. Il est curieux de voir déjà, dans une époque si reculée, arriver des Oiseaux, animaux aériens par excellence, et surtout de voir encore les Reptiles chéloniens, les plus parfaits de cette série, apparaître longtemps avant les ordres les plus imparfaits. Les terrains jurassiques n'offrent pas d'ordres nouveaux; les terrains crétacés présentent 1 ordre d'Oiseaux, les Palmipèdes, et 2 ordres de Poissons, les Cycloïdes et les Cténoïdes, moins parfaits que les Poissons des terrains paléozoïques. C'est donc avec la cinquième grande période, dans les terrains tertiaires, les derniers avant notre époque, qu'ont paru tous les autres ordres d'animaux. Les ordres d'Oiseaux ne sont pas plus parfaits que ceux du second âge du monde; les ordres des Reptiles, les Ophidiens et les Batraciens, sont assurément les derniers en perfection dans cette classe. L'ordre des Poissons, les Pleuronectoïdes, est aussi le dernier des Poissons, puisqu'il renferme les Poissons non symétriques dans leurs parties. On voit donc que, sur les 4 classes, depuis la première période géologique jusqu'à présent, il y en a 2, les Reptiles et les Poissons, qui, au lieu de marcher dans ces âges des plus imparfaits aux plus parfaits, ont montré les plus parfaits les premiers, les moins parfaits dans les derniers, en suivant une marche entièrement opposée au perfectionnement successif des organes, et que la classe des Oiseaux est restée stationnaire depuis la seconde grande époque du monde animé. Il n'y aurait, en conséquence, de favorable au perfectionnement successif des êtres que les Mammifères, qui, effectivement les plus parfaits des animaux vertébrés, ont tous, à l'exception de l'homme, spécial à notre époque, paru seulement dans la dernière période géologique qui nous a précédés sur la terre. Tels sont les résultats relatifs à l'instant d'apparition; néanmoins, les Mammifères nous offrent encore des exceptions, puisqu'ils ont 2 ordres, les Pachydermes et les Édentés, dans une période décroissante de développement de formes zoologiques, ce qui prouve que le perfectionnement des organes dans l'ordre chronologique des périodes géologiques n'est général, pas même pour l'ensemble des Mammifères.

§ 1571. En nous résumant sur l'instant d'apparition dans les âges du monde des ordres d'animaux comparés à la perfection de leurs organes, à l'embranchement dont ils dépendent, nous arrivons aux résultats suivants :

1° *Les quatre embranchements des animaux*, dans l'ordre chronologique des âges du monde, n'ont pas marché suivant le degré comparatif de la perfection de leurs organes, mais bien sur quatre lignes parallèles, tout à fait indépendantes les unes des autres.

2° *Les classes d'animaux*, comme on peut le voir dans notre tableau

spécial n° 17, sont, à l'exception de *deux* sur *dix-neuf*, absolument comme les embranchements : elles ont marché parallèlement, et non successivement, dans les âges du monde.

3° Cette marche particulière, parallèle et non successive dans l'ordre chronologique, pour chaque embranchement et pour chaque classe, est tout à fait contraire au système du perfectionnement général des organes, en allant du premier âge du monde vers l'époque actuelle.

4° L'accord du degré croissant de perfection des organes, en marchant des premiers âges du monde jusqu'à l'époque actuelle, loin d'être la règle constante, comme on avait pu le croire en étudiant les animaux mammifères, n'est, au contraire, qu'une faible exception à la marche parallèle générale, et qui n'a pour base que l'arrivée tardive sur la terre de l'ordre des Mammifères. Cet accord, même sous ce rapport, n'existerait que pour un dix-neuvième de l'ensemble des classes.

5° Il résulterait encore de ce qui précède que les animaux, loin de perfectionner successivement leurs organes et de passer par tous les degrés de perfection dans les âges du monde, ont souvent à cet égard moins gagné que perdu dans quelques embranchements, ou sont au moins restés stationnaires, ce qui exclut tout à fait la marche croissante générale du simple au composé dans le cours des âges géologiques.

§ 1572. Il nous reste pourtant à expliquer une contradiction à la vérité plus spécieuse que réelle, qui pourrait naître de la comparaison de tous les résultats basés sur les caractères zoologiques généraux des êtres avec les chiffres des genres qui, sans avoir égard à ces caractères généraux, se trouvent dans chaque classe d'animaux. Les classes, considérées suivant le nombre des genres, montrent en effet (V. tableau n° 17) *quatre* classes sur *dix-neuf*, qui même par les chiffres sont toujours en décroissance de nombre de genres, depuis des époques géologiques plus ou moins anciennes jusqu'à présent : ce sont les Mollusques céphalopodes, brachiopodes, bryozoaires, et les Amorphozoaires. Celles-ci sont encore en rapport direct avec les conclusions précédentes qu'elles viennent corroborer. Les autres classes vont, au contraire, en croissant de nombre, de genres, des âges les plus anciens vers l'époque actuelle, et pourraient faire croire à une marche générale croissante dans l'organisation. Toutes les considérations dans lesquelles nous sommes entré, relativement aux caractères zoologiques les plus importants, prouvent que ces genres plus nombreux ne dénotent point une marche croissante dans la perfection des organes, mais seulement une plus grande multiplicité de légères modifications dans les détails de formes des parties peu importantes de l'organisation. Ces modifications génériques résident, en effet, dans la place et dans la forme des dents, des pieds, dans la forme du corps et des nageoires des animaux vertébrés, dans la confi-

guration et les détails d'anneaux du corps, des pattes et des antennes des animaux annelés ; dans la forme et la répartition des parties diverses des coquilles des Mollusques et des Échinodermes ; dans le mode d'agrégation des individus ; dans les détails de distribution des parties solides chez les animaux rayonnés ; enfin toujours dans des caractères bons pour distinguer des genres, mais qui n'ont point de valeur zoologique plus élevée dans l'organisme général. On voit donc, en dernière analyse, que le nombre des genres, plus considérable pour quelques classes d'êtres, est tout à fait indépendant du perfectionnement des organes, et ne peut en rien modifier les résultats généraux obtenus par l'organisation même comparée dans toutes les séries zoologiques.

D. — Recherches physiologiques sur les milieux d'existence des animaux dans les âges géologiques.

§ 1573. Il est une question physiologique de la plus grande importance, et que peut seule résoudre l'étude des animaux fossiles ensevelis dans les couches terrestres. Cette question est celle de savoir si les divers organes des animaux les plus anciens sont restés les mêmes depuis le commencement du monde, ou s'ils se sont modifiés, par suite de changements de milieux d'existence ; ou, en termes directs : les animaux les plus anciens sur le globe étaient-ils plus simples de composition que ceux d'aujourd'hui, et se sont-ils perfectionnés à mesure qu'ils approchaient de nous ? Peut-être, en comparant les ordres entre eux, dans les recherches précédentes, avons-nous déjà péremptoirement prouvé que le perfectionnement successif des êtres n'existe réellement pas dans l'ensemble ; car il est certain que si, comme nous le trouvons, les classes d'animaux ont, à très-peu d'exceptions près, marché parallèlement, et non successivement, dans les âges du monde, c'est que les organes de ces classes étaient, au commencement de l'animalisation, aussi parfaits qu'à l'époque actuelle.

Pour chercher à découvrir les causes physiologiques qui ont pu déterminer la règle générale et les exceptions que nous avons signalées dans la marche successive de l'animalisation à la surface de la terre, depuis les temps géologiques les plus reculés jusqu'à nos jours, nous allons nous occuper des organes de ces animaux fossiles. L'organe de la respiration étant, entre tous, par sa nature même, par sa grande susceptibilité, le plus important, puisqu'il se trouve toujours en rapport direct avec les milieux d'existence, nous en ferons la base principale des recherches qui vont suivre.

Les différents modes de respiration chez les animaux peuvent, en raison de leur degré croissant de perfection, se diviser en quatre séries :

1° Respiration sans organe spécial ;
2° Respiration dans l'eau par des branchies ;
3° Respiration aérienne par des trachées ;
4° Respiration aérienne par des poumons.

Des animaux marins.

§ 1574. **Respiration sans organe spécial.** Si nous commençons par les animaux marins les plus simples dans leur composition, ceux, par exemple, qui, au lieu d'avoir un organe spécial destiné à séparer des eaux de la mer l'oxygène nécessaire à leur existence, paraissent se l'approprier directement par diverses parties externes de leur corps, nous verrons que les êtres ainsi conformés appartiennent aux dernières classes, et seulement à l'embranchement des animaux rayonnés. En jetant les yeux sur notre tableau de la répartition des classes d'animaux à la surface du globe, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à l'époque actuelle, on peut s'assurer qu'avec les terrains paléozoïques, première grande période des âges du monde, apparaissent les classes des Amorphozoaires, des Foraminifères, des Zoophytes et des Échinodermes, qui, à différents degrés de perfection, rentrent dans cette première série. Nous avons donc, dès cette première époque, des représentants de toutes les classes d'êtres qui respiraient sans organe spécial, et aucune modification nouvelle ne se montre aux périodes postérieures de l'histoire du globe.

En poussant plus loin nos comparaisons, pour nous assurer si les milieux d'existence sont toujours restés les mêmes, descendons jusqu'aux genres qui, par leur persistance, peuvent nous donner la preuve que les organes des êtres de cette première animalisation sont identiques aux organes par lesquels respirent encore les êtres de la même série. Les Amorphozoaires testacés des terrains paléozoïques ne diffèrent que par leur forme ou par leur tissu des Amorphozoaires des mers actuelles. Le genre *Fusulina* (voyez notre 14e tableau), représentant des Foraminifères dans cette première période de l'animalisation, est très-voisin des *Nonionina*, si communes dans nos océans ; les Zoophytes se trouvent absolument dans le même cas. Quant aux Échinodermes, nous voyons paraître, avec la première période, tous les principaux types de formes et de caractères des genres de Crinoïdes, d'Astéroïdes et d'Ophiuroïdes, voisins des genres actuellement vivants (voyez nos 11e et 12e tableaux), et même, avec eux, parmi les Échinides, le genre *Cidaris*, contemporain de cette première période d'existence qui a traversé toutes les époques du monde jusqu'aux océans actuels.

De ce qui précède, ne peut-on pas conclure que les animaux marins sans organe spécial de la respiration, sont nés, sous toutes les formes,

avec les premiers âges du monde, qu'ils n'ont rien changé à leurs organes depuis cette époque reculée, que leur organisation d'aujourd'hui est la même que celle d'alors, et que les genres de cette première période étaient identiques ou analogues à ceux de nos jours? Ne pourrait-on pas encore en déduire que les conditions d'existence sont restées les mêmes, depuis le commencement du monde animé, et qu'aucun changement ne paraît avoir amené de modification organique appréciable dans les caractères des êtres marins de cette série?

§ 1573. **Respiration dans l'eau par des branchies.** Essentiellement marins ou des eaux douces, ces êtres pourvus de branchies comprennent presque tous les animaux mollusques; parmi les animaux annelés, les Crustacés, les Annélides et les Cirrhipèdes; et parmi les animaux vertébrés, tous les Poissons. Quoique appartenant aux trois premiers embranchements, ces êtres respirent de la même manière, c'est-à-dire qu'à l'aide de branchies, très-diverses de formes, suivant les classes, ils puisent dans l'eau l'oxygène nécessaire à leur existence.

Nous trouvons, dans les terrains paléozoïques, les premiers du monde animé, des Mollusques céphalopodes, des Gastéropodes, des Lamellibranches, des Brachiopodes et des Bryozoaires; des Crustacés, des Annélides, des Cirrhipèdes, et des Poissons; ou, en un mot, des représentants de toutes les classes d'êtres respirant au sein des mers par des branchies. En remontant dans les âges, nous ne voyons apparaître aucune modification nouvelle; et la zoologie actuelle, qui respire par des branchies, appartient aux mêmes classes que la zoologie de la première animalisation du globe. L'ensemble devrait donc faire croire que les conditions d'existence n'ont pas changé, puisque les organes de la respiration sont restés les mêmes; mais, pour démontrer cette vérité, nous n'avons qu'à consulter les genres.

Les genres de Mollusques des terrains paléozoïques nous présentent, parmi les Céphalopodes (voyez notre 5e tableau), le genre *Nautilus*, qui existe encore aujourd'hui, et beaucoup d'autres très-voisins de celui-ci. Parmi les Gastéropodes de cette première époque du monde animé (voyez notre 7e tableau), nous avons 14 genres, les genres *Turbo*, *Stomatia*, *Helcion*, *Vaginella*, *Natica*, *Capulus*, *Pitonellus*, *Trochus*, *Phasianella*, *Dentalium*, *Eulima*, *Fissurella*, *Chiton* et *Chitonella*, communs dans les mers de cette première époque, qui ont traversé, sans interruption, tous les âges postérieurs jusqu'à notre époque. Parmi les Lamellibranches (voyez notre 8e tableau), nous avons 18 genres, qui se trouvent dans le même cas, les genres *Lyonsia*, *Periploma*, *Leda*, *Cypricardia*, *Nucula*, *Arca*, *Avicula*, *Cardium*, *Pholadomya*, *Anatina*, *Lucina*, *Mytilus*, *Pecten*, *Solemya*, *Isocardia*, *Pinna*, *Panopæa* et *Ostrea*. Parmi les Brachiopodes (voyez notre 9e tableau),

4 genres, *Lingula*, *Crania*, *Hemithyris* et *Terebratula*, qui ont suivi la même marche, ainsi que 3 genres de Bryozoaires (voyez notre 10e tableau), *Polytrema*, *Ceriopora* et *Retepora*. Les Mollusques nous donneraient donc 41 genres qui, déjà nombreux en espèces, ont, depuis la première période de l'animalisation du globe, continué d'exister à toutes les époques géologiques successives, et sont encore aussi répandus dans les mers actuelles qu'ils l'étaient dans l'origine.

Les animaux annelés nous montrent, parmi les Crustacés de la première animalisation, des genres peu différents des êtres actuels; et, parmi les Annélides, les genres *Serpula* et *Spirorbis*, tout à fait identiques, dans les terrains paléozoïques, aux mêmes genres si communément répandus au sein de nos mers.

Les animaux vertébrés nous offrent, chez les Poissons des terrains paléozoïques, des genres peu différents de formes et de caractères, et qui, à l'exception peut-être de la configuration des écailles qui les recouvrent, avaient les mêmes branchies et les mêmes caractères organiques que les Poissons d'aujourd'hui.

§ 1576. En résumé, à la question qu'on pourrait se faire de savoir si les êtres marins ont changé de nature, s'ils se sont perfectionnés, depuis les premiers âges du monde animé jusqu'à présent, on peut répondre, sans aucune crainte, par la négation la plus absolue: car ces genres primitifs ou les genres voisins de ceux-ci, qui ont encore des représentants, prouvent qu'ils avaient, lors de la première animalisation, les caractères organiques qu'ils conservent encore; qu'ils ne se sont pas perfectionnés; que les milieux d'existence de cette époque étaient les mêmes que les nôtres; et que, dès lors, aucun grand changement n'a eu lieu quant aux éléments de vitalité que les êtres trouvaient à cette époque, dans les mers, et qu'ils trouvent encore dans les nôtres.

Des animaux terrestres.

§ 1577. Les animaux terrestres continéntaux ou riverains, qui respirent autrement que par des branchies, appartiennent physiologiquement à deux modes de respiration purement aérienne, la respiration trachéenne et la respiration pulmonaire.

Respiration aérienne par des trachées. Moins parfait que la respiration pulmonaire, ce mode de respiration est spécial à la classe des Insectes et à quelques Arachnides. Si nous le cherchons dans les terrains paléozoïques, nous trouverons qu'il y était parfaitement représenté. On y a découvert, en effet, des Insectes coléoptères, orthoptères et névroptères. Comme ces Insectes dépendent des mêmes genres ou appartiennent à des genres très-voisins de ceux qui existent aujourd'hui, on doit croire que les Co-

léoptères, les Névroptères et les Orthoptères de ces anciens temps, devaient avoir absolument la même organisation que les genres de ces classes qui couvrent les continents actuels. On arriverait donc à conclure, pour les animaux terrestres, qui respirent au moyen de trachées, comme pour les animaux marins, que les organes des insectes ne se sont pas perfectionnés ; que cette classe au berceau du monde animé était ce qu'elle est encore ; que pour elle les milieux d'existence terrestre ont toujours été les mêmes, depuis la première animalisation du globe jusqu'à présent.

§ 1578. **Respiration aérienne par des poumons.** On trouve ce mode de respiration dans trois embranchements : chez les animaux annelés, chez les animaux mollusques et chez les animaux vertébrés.

Respirant par des poches pulmonaires, les animaux annelés des anciennes époques géologiques dépendent des Arachnides. On voit, en effet, dans l'étage carbonifèrien, l'un des quatre des terrains paléozoïques, les premiers du monde animé, apparaître un Arachnide si voisin du scorpion (*fig.* 129), qu'il est impossible de douter qu'il n'eût, en tout, la même organisation que les scorpions d'aujourd'hui, ce qui porterait à croire qu'il a vécu dans des milieux d'existence identiques. Ces conclusions nous amèneraient aux mêmes résultats que pour les animaux marins respirant par des branchies, que pour les animaux terrestres doués de la respiration trachéenne.

§ 1579. Considérés sous le rapport de leur âge géologique, les animaux vertébrés, respirant l'air au moyen de véritables poumons, se montrent, dans les terrains paléozoïques, les premiers du monde, sous la forme de Sauriens, certainement les plus parfaits des Reptiles. On voit encore, à la seconde époque du monde animé, apparaître, dans les terrains triasiques, avec les Reptiles chéloniens ou Tortues, les premiers représentants des Oiseaux qui, de tous les êtres, ont le système pulmonaire le plus développé. On doit donc croire qu'à ces époques reculées, les milieux d'existence dans lesquels vivaient les Oiseaux et les Reptiles respirant l'air en nature par des poumons, étaient peu différents des milieux d'existence actuels, ce qui amène naturellement à penser qu'alors la composition de l'air était peu différente de celle que nous lui connaissons aujourd'hui. Les conclusions seraient encore ici les mêmes que pour les autres modes de respiration ; et nous aurions des résultats identiques sur tous les différents modes de respiration, ou pour 18 classes d'êtres sur 19.

§ 1580. Examinons maintenant l'exception remarquable qui a pu faire supposer que les conditions d'existence se sont modifiées dans les âges du monde ; supposition basée seulement sur l'arrivée tardive de la classe des Mammifères, et des Mollusques terrestres respirant par des

poumons. D'après les données certaines de la science, les Mammifères qui ne laissent aucun doute (1) n'ont commencé à se montrer qu'avec les terrains tertiaires (voyez notre 1er tableau), à l'époque qui nous a précédés sur la terre.

Ces quelques genres de Mollusques terrestres parus tardivement à la surface du globe ont-ils des organes de respiration plus parfaits que les autres animaux qui se sont montrés avec la première animalisation? L'organisation des Cyclostoma est identique à celle des Gastéropodes pectinibranches. Les Hélices ou Limaçons ne diffèrent également que très-peu, sous ce rapport, des Gastéropodes marins; et, dans aucun cas, ne sont plus parfaits que les autres Mollusques. Il en résulte que ce serait, dans une série d'êtres déjà très-développée, depuis les premiers âges du monde, une légère modification des organes de la respiration, mais non pas un perfectionnement de ces mêmes organes.

La seule exception réelle consiste dans l'arrivée tardive, sur la terre et seulement à l'époque des terrains tertiaires, des Mammifères, les plus parfaits des animaux. Cette exception indépendante du mode de respiration, puisque la respiration par des poumons existe dès la première grande période de l'animalisation, dépend-elle de changements de milieux d'existence; et doit-elle modifier les conclusions relatives aux autres classes d'êtres? C'est ce que nous allons chercher à éclaircir.

§ 1581. Si c'est un changement de milieux d'existence qui a déterminé l'apparition, à l'époque des terrains tertiaires seulement, des Mammifères, les plus parfaits des animaux, ce changement a dû influer également sur toutes les autres organisations zoologiques. Quand on jette les yeux sur tous nos tableaux d'ordres séparés, ou même sur notre tableau général des ordres (voyez le 16e tableau), on reconnaît qu'à l'exception des Mammifères la marche des changements et des remplacements successifs des genres à chaque époque géologique, n'a pas été plus considérable à la fin des terrains crétacés qu'aux périodes antérieures. On pourrait donc croire qu'il n'y a pas eu de causes différentes. D'ailleurs, quand on voit que 300 genres ou formes animales de toutes les classes, et de tous les modes de respiration, qui existaient dans les terrains crétacés se sont continués, avec les mêmes caractères zoologiques, dans les terrains tertiaires où apparaissent les Mammifères, il est impossible d'admettre qu'une profonde modification

(1) Nous ne parlons pas, à propos des Mammifères, des Animaux fossiles de Stonesfield, dont on ne connaît que les mâchoires inférieures; car, jusqu'à ce qu'on trouve d'autres pièces du squelette, nous les considérerons comme des Reptiles à mâchoire articulée par des condyles, plutôt que comme de véritables Mammifères, entourés qu'ils sont, dans les couches qui les renferment, d'ossements de Reptiles seulement, et non d'ossements de Mammifères. Dans tous les cas, si cette mâchoire appartient réellement aux Mammifères, l'exception même disparaît pour cette classe.

dans les éléments vitaux que contient l'atmosphère en soit la véritable cause. Cette modification dans les éléments de la vitalité, favorable, en effet, à l'apparition des Mammifères, aurait également dû influer sur les caractères organiques de ces *trois cents* formes animales préexistantes; ce qui n'est pas, puisqu'ils sont restés les mêmes. Comme on ne peut attribuer le retard de l'arrivée, sur la terre, des Mammifères et des Mollusques terrestres à aucune cause physique également marquée pour les autres êtres, on doit croire qu'il n'est pas dû à un changement de milieux d'existence; mais qu'il dépend de la même puissance créatrice qui, avant cette époque, sans qu'aucune autre cause physique puisse être invoquée, avait déjà tant de fois repeuplé les mers et les continents de ses nombreux animaux.

Nous croyons encore que, dans aucun cas, l'apparition tardive, sur la terre, des Mammifères et des Mollusques pulmonés, ne peut modifier les conclusions générales relatives à 18 classes sur 19. En conséquence, nos conclusions définitives sont les suivantes :

§ 1582. 1° Si le perfectionnement progressif existait, on devrait trouver tous les animaux sans organe spécial de respiration, avec les premiers âges du monde, et les autres devraient paraître successivement, suivant leur degré de perfection; mais, au contraire, tous les modes différents de respiration arrivant à la fois sur la terre, on en doit conclure que ce perfectionnement progressif n'existe pas.

§ 1583. 2° Que nous comparions entre elles les périodes croissantes ou décroissantes de développement de formes zoologiques; que nous comparions l'instant d'apparition des ordres d'animaux à la perfection de leurs organes; ou que nous prenions pour base de nos recherches comparatives les déductions physiologiques tirées du mode de respiration des animaux, nous arrivons toujours aux mêmes résultats négatifs, relativement au perfectionnement successif des êtres dans les âges du monde. Nous devons donc accepter ces résultats comme définitifs.

§ 1584. 3° Aucune modification appréciable n'existant dans les organes de la respiration des êtres, depuis les époques les plus anciennes jusqu'à l'époque actuelle; un grand nombre de genres ayant toujours existé avec les mêmes caractères, depuis la première animalisation du globe jusqu'à présent, on doit croire que les éléments vitaux n'ont pas changé, et que les milieux d'existence sont restés les mêmes sur les continents et dans les mers.

§ 1585. 4° Les milieux d'existence étant toujours restés les mêmes, sur les continents et dans les mers, aucun changement de ces milieux d'existence n'a pu, dès lors, influer sur l'extinction et sur le renouvellement des faunes successives, que nous voyons se remplacer tant de fois, à la surface du globe, depuis la première animalisation jusqu'à

l'époque actuelle dernière : conclusion d'une immense portée dans l'histoire chronologique du monde ancien, et des êtres qui l'ont peuplé à toutes les époques géologiques.

E. — Déductions climatologiques et géographiques comparées.

§ 1586. Les considérations spéciales dans lesquelles nous sommes entré à chaque classe d'animaux, relativement aux déductions climatologiques comparées, et notamment aux Mammifères (§ 242), aux Reptiles (§ 282), aux Poissons (§ 334), aux Céphalopodes (§ 502), aux Gastéropodes (§ 682), aux Lamellibranches (§ 807), aux Échinodermes (§ 1057) et aux Zoophytes (§ 1398), font prévoir quels doivent être les résultats généraux auxquels nous devons arriver. Quand, en effet, on scrute tous les faits partiels exposés à ces classes, on arrive à cette conclusion d'une très-haute importance en géologie : qu'aux dernières époques qui nous ont précédés sur la terre, la France, l'Angleterre, l'Allemagne, l'Italie, la Suisse, l'Espagne, le Portugal, une partie de la Russie, et les mers voisines, nourrissaient une faune tout à fait tropicale et qui ne se rencontre plus aujourd'hui que sous la zone torride ; qu'enfin les zones isothermes actuelles n'existaient pas sur le globe avant notre époque. Pour prouver que ce fait n'est point une exception dans les âges géologiques, comme nous le développerons à l'histoire chronologique des étages ; qu'il n'est point produit par le déplacement des faunes, comme quelques auteurs l'ont avancé, nous allons rassembler ici brièvement quelques-uns des faits sur lesquels nous fondons l'affirmation contraire. Parcourons, sous ce rapport, les grandes époques de l'animalisation.

§ 1587. **A l'époque des terrains paléozoïques.** Si nous cherchons quelle était la répartition isotherme des êtres d'après les connaissances actuelles, nous trouvons les résultats suivants. Pendant les étages silurien, devonien et carbonifèrien, nous observons les mêmes genres et souvent les mêmes espèces d'animaux dans les régions chaudes de l'Amérique méridionale, en Vénézuéla, en Bolivia et des deux côtés du monde. L'hémisphère austral en montre au cap de Bonne-Espérance, aux îles Malouines, en Tasmanie, ou jusqu'au 53e degré ; l'hémisphère boréal en offre du Mississipi jusqu'au Canada, à Terre-Neuve, et jusqu'au Spitzberg et au 80e de latitude nord, dans l'Asie Mineure, en Espagne, en France, en Angleterre, en Belgique, en Autriche, en Allemagne, et dans la Russie jusqu'à l'Oural (1). Cette répartition uni-

(1) Voyez la preuve de ce que nous avançons pour ces terrains, et les terrains suivants, dans les espèces citées à chaque faune successive de notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

forme, sur le globe, des mêmes êtres dans toutes les régions, aussi bien sous la zone torride que près des pôles, fournira la preuve que les lignes isothermes de cantonnement des êtres n'existaient pas encore. Il est, de plus, à remarquer que cette faune ainsi répartie est, comparativement à ce que nous voyons aujourd'hui, une faune tout à fait tropicale.

§ 1588. **A l'époque des terrains jurassiques.** Nous voyons, pendant les étages sinémurien, callovien et oxfordien, des faunes composées des mêmes genres, et surtout d'un grand nombre d'espèces identiques, et toujours avec le même caractère tropical, se montrer sur les régions chaudes, dans la province de Cutsch (Indes orientales), au 9° de latitude nord ; dans la chaine de l'Himalaya ; à Copiapo, dans la Cordillère des Andes, au 25° de latitude sud. L'hémisphère nord offre les mêmes formes animales, en Asie Mineure, en Crimée, en Espagne, en Italie, en France, en Angleterre, en Allemagne et en Russie, depuis Moscou jusqu'au nord de l'Oural, ou de la zone torride jusqu'au 68° de latitude. On voit encore la répartition uniforme à la surface du globe, et aucune ligne isotherme ne s'y dessine dans la distribution des êtres, qui tous paraissent avoir dépendu de faunes des régions chaudes.

§ 1589. **A l'époque des terrains crétacés.** Nous trouvons, durant les étages néocomien, aptien et sénonien, encore les mêmes genres et des espèces identiques, toujours avec l'aspect tropical, sous la zone torride et des deux côtés du monde : Dans les régions chaudes, à Santa-Fé de Bogota, au 5° de latitude nord, au Pérou, au Mexique, au nord du Chili, à Pondichéry ; au 11° de latitude nord, à Java. L'hémisphère sud les montre au port Famine, dans le détroit de Magellan, à la Conception du Chili. L'hémisphère nord les offre en Amérique, du Texas et de la province d'Alabama jusqu'au New-Jersey ; en Afrique; dans l'Asie Mineure ; en Europe, en Espagne, en Portugal, en Italie, en France, en Angleterre, en Allemagne et en Russie, jusqu'au 56° de latitude nord. Les résultats que présentent les terrains crétacés sont donc les mêmes que pour les terrains précédents.

§ 1590. **A l'époque des terrains tertiaires.** On voit, dans les étages suessonien, parisien, falunien et subapennin, les mêmes genres d'animaux terrestres et marins, et des espèces identiques composant des faunes tropicales bien caractérisées, sous la zone torride et des deux côtés du monde. Sous la zone torride, on les rencontre dans les cavernes du Brésil, à Payta (Pérou) sous la ligne ; dans la province de Cutsch (Indes orientales), dans l'Himalaya. L'hémisphère austral les montre dans les pampas de Buénos-Ayres, en Patagonie, au Chili, etc. L'hémisphère boréal en offre aux États-Unis, de l'Alabama jusqu'au banc de Terre-Neuve; en Afrique, en Asie; en Europe, depuis l'Espagne jusqu'en Russie. Nous

trouverions donc ici la même répartition indépendante des lignes isothermes actuelles que nous avons établies aux éléments zoologiques, (§ 114) et des faunes toujours tropicales jusque dans l'étage subapennin de l'Astezan qui nous a précédé sur la terre.

§ 1591. Depuis le commencement du monde animé jusqu'aux derniers étages des terrains tertiaires, on voit qu'il a toujours existé, à la surface de la terre, une répartition uniforme des êtres tout à fait indépendante des lignes isothermes actuelles, et que ces êtres représentaient toujours la faune tropicale la mieux caractérisée. Quand, par exemple, tous les genres d'animaux marins propres aujourd'hui spécialement à la zone torride se rencontrent dans les étages tertiaires, à Paris, à Londres, en Touraine, à Vienne, à Turin, dans l'Astezan, à Cassel, etc., etc., jusqu'au 52° de latitude, on est forcé de conclure que, lorsque ces faunes tropicales marines existaient en Europe, ces différents points jouissaient d'une température égale à la température actuelle de la zone tropicale.

§ 1592. Nous avons d'abord parlé avec intention des animaux marins seulement, afin de répondre à une hypothèse qui expliquerait la présence, dans les mers anciennes d'Europe, des animaux marins des régions tropicales, par l'influence de courants d'eau chaude, analogues à ceux d'eau froide que nous avons signalés sur les côtés du Pérou (§ 113). Nous ne pouvons, en aucune manière, partager cette opinion, parce que les courants n'ont qu'une action partielle, restreinte, et jamais générale; tandis que nous voyons se succéder régulièrement, en Europe, dans quatre étages superposés, les mêmes faunes tropicales : ce qui prouve une action continue et non pas exceptionnelle. D'ailleurs une preuve sans réplique nous reste. Les courants d'eau chaude ou froide peuvent modifier la faune marine, mais n'ont aucune action sur les faunes terrestres voisines et contemporaines, où le soleil exerce partout son action naturelle. Nous avons reconnu ce fait au Pérou dans toute sa vérité. Quelle était la faune terrestre contemporaine, en Europe, des terrains tertiaires déposés dans les mers voisines? Elle nous montrait, en même temps que ces genres marins des régions chaudes, sur les continents, des singes, des éléphants, des girafes, des hippopotames, des tapirs, circonscrits aujourd'hui dans les régions tropicales, avec beaucoup d'êtres perdus, que leurs caractères zoologiques placent à côté de ceux-ci, comme les Mastodontes, les Paléothérium, les Énoplothérium, etc. On peut en conclure, que les êtres marins des régions chaudes des mers tertiaires d'Europe sont bien avec les êtres terrestres de ces mêmes régions chaudes, qui complètent partout les faunes tropicales. Ainsi nul doute que, jusqu'au dernier étage qui nous a précédés à la surface du globe, l'influence de la latitude n'ait eu qu'une action

très-limitée et insensible sur la répartition isotherme des faunes marines et terrestres.

En résumé, des faits qui précèdent, on peut tirer trois conclusions importantes, relatives à la géologie et à la marche de l'animalisation dans les âges du monde :

§ 1593. 1° Comme à toutes les époques géologiques, des êtres identiques de formes, appartenant à une même faune spéciale, couvraient, à la fois, les régions tropicales, les régions froides et tempérées des deux hémisphères, on a la certitude que ces faunes successives spéciales à chaque âge, en particulier, étaient générales sur le globe ; qu'elles y ont formé autant d'époques distinctes ; qu'elles ne sont pas, ainsi que l'ont cru quelques théoriciens, le produit d'un déplacement successif des animaux qui les composent, au fur et à mesure de l'abaissement de la température ; et enfin, qu'il n'y a pas eu non plus des centres de création particuliers, qui se seraient déplacés d'une région à l'autre.

§ 1594. 2° Comme nous voyons, depuis le commencement du monde jusqu'au dernier étage tertiaire, se succéder, régulièrement et partout, des faunes toujours propres aux régions chaudes, dans les mers et sur les continents, il est impossible d'attribuer à l'action de la température aucun des nombreux changements successifs des faunes qui ont existé dans les âges du globe.

§ 1595. 3° Comme à toutes les époques du monde des faunes des régions chaudes se sont succédé régulièrement, sur les régions tropicales et sur les régions tempérées et froides, jusqu'à l'étage subapennin, le dernier des terrains tertiaires, on doit attribuer cette neutralisation de l'influence des lignes isothermes à la chaleur propre à la terre, qui aurait maintenu son influence sur notre sol européen jusqu'à cette époque. Les lignes isothermes si tranchées, qui cantonnent aujourd'hui, sur la terre, les êtres par zones de température, n'auraient donc commencé à se tracer qu'avec la faune actuelle, et seraient toujours les mêmes depuis la dernière création contemporaine de l'homme.

§ 1596. **Déductions géographiques comparées.** Après tout ce que nous avons dit aux différentes classes d'animaux terrestres, tels que les Mammifères (§ 243), les Reptiles (§ 283), et aux différentes classes d'animaux marins, tels que les Poissons (§ 335), les Céphalopodes (§ 503), les Gastéropodes (§ 682), les Lamellibranches (§ 808), etc., il ne nous reste plus qu'à nous résumer sur la distribution géographique des temps passés, comparée avec la distribution géographique actuelle des êtres sur la terre et dans les mers. Les résultats climatologiques obtenus font encore prévoir ceux que peut nous donner la distribution géographique ancienne, car ils dépendent presque des mêmes causes générales. Les animaux terrestres nous montrent, dans les dernières époques qui

nous ont précédés sur la terre, comme dans les plus anciennes, une répartition géographique tout à fait différente de la répartition actuelle. On voit, en effet, des Tatous, des Didelphes, des Crotales, des Alligators fossiles en Europe, quand ils ne vivent aujourd'hui qu'en Amérique; des Chevaux, des Chameaux fossiles en Amérique, quand ils n'ont vécu aujourd'hui, originairement, que dans l'ancien monde. Les animaux marins, dans tous leurs détails, nous montrent des résultats identiques. Nous voyons au Monte-Bolca en Italie, en France, en Angleterre, un grand nombre de genres de poissons propres aujourd'hui seulement aux mers de l'Inde et de l'Amérique. Nous trouvons en Europe des *Nautilus*, des *Harpa*, des *Trigonia*, etc., etc., tandis que ces genres sont spéciaux au grand Océan. De tous les faits connus, on doit conclure que la répartition géographique des êtres fossiles dans tous les âges du monde, n'a, pour ainsi dire, aucun rapport avec la distribution géographique actuelle; qu'elle paraît avoir, presque toujours eu une complète indépendance.

† † Déductions géologiques générales d'application.

Les déductions géologiques qu'on peut tirer des êtres fossiles doivent être divisées en deux ordres de faits bien distincts, présentant, chacun en particulier, des résultats importants. Nous voulons parler de l'*espèce* ou des êtres considérés comme individus, des *genres* ou de l'être représentant des groupes de formes zoologiques. L'un des caractères d'application tient, en effet, à la forme spéciale à un seul être isolé; tandis que l'autre s'applique à une forme qu'on retrouve dans un nombre plus ou moins grand d'êtres différents, participant aux mêmes lois organiques. Nous allons donc traiter successivement ces deux points de vue.

A. — Déductions géologiques tirées des genres fossiles.

§ 1597. Considérons, dans ses rapports intimes avec la géologie, le *genre* ou la forme générique, lorsqu'elle est ramenée à sa juste valeur. Il est évident, comme nous l'avons fait ressortir à chaque classe, que le genre, une fois bien défini, est un caractère *positif* ou *négatif* d'une grande importance, pour arriver, par comparaison avec les faits acquis à la science, à reconnaître l'âge relatif d'un lambeau de terrain séparé des étages supérieurs et inférieurs qui devraient l'accompagner, ou d'une contrée sur laquelle on n'a pas de données géologiques. Le tableau suivant fera ressortir cette importance.

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE

du nombre des genres vivants et fossiles

APPARTENANT AUX DIVISIONS ZOOLOGIQUES SUIVANTES :

DIVISIONS ZOOLOGIQUES.	GENRES.						
	CONNUS jusqu'à présent.	FOSSILES en général.	FOSSILES et vivants.	SEULEMENT fossiles ou perdus.	SEULEMENT vivants et non fossil.	OCCUPANT tous les étages.	LIMITÉS dans les étages.
Mammifères	279	115	47	68	164	»	115
Oiseaux	500	44	37	6	266	»	44
Reptiles	200	67	13	54	120	»	67
Poissons	638	278	79	199	360	»	278
Crustacés (1)	268	100	32	68	168	»	100
Céphalopodes acétabulifèr.	33	18	5	13	15	»	18
Céphalopodes tentaculifèr.	36	36	1	35	»	»	36
Gastéropodes terr. et fluv.	22	17	16	1	5	»	17
Gastéropodes marins	146	121	90	31	25	4	117
Lamellibranches fluv.	11	5	5	»	6	»	5
Lamellibranches marins	101	92	67	25	9	7	83
Brachiopodes	41	41	9	32	»	3	38
Bryozoaires	86	69	21	48	18	2	67
Échinodermes échinides	92	71	22	49	21	»	71
Échinodermes crinoïdes	59	58	2	56	1	»	58
Échinodermes asteroïdes	20	6	3	3	14	»	6
Échinodermes ophiuroïdes	20	10	1	9	10	»	10
Zoophytes	309	216	38	178	93	»	216
Foraminifères	87	73	50	23	14	»	73
Amorphozoaires testacés	36	35	»	35	1	»	35
Amorphozoaires cornés	15	1	1	»	14	»	1
Totaux	2,799	1,473	539	933	1,324	16	1,457

(1) Les données sur les Insectes et sur les Annélides laissant encore beaucoup à désirer, nous avons cru devoir ne pas citer ici les genres de ces deux séries.

Du tableau précédent qui contient, moins les Insectes, les Annélides et les autres animaux mous qui n'ont pu laisser de traces dans les couches terrestres, l'ensemble approximatif, par série zoologique, des nombres de genres généralement admis en zoologie et en paléontologie, on peut déduire les proportions suivantes :

Les genres vivants et fossiles connus s'élèvent environ à.... 2799
Sur ce nombre, sont seulement vivants et non fossiles..... 1324
Il reste en genres fossiles..... 1473

Si ces 1473 genres occupaient tous les étages géologiques, depuis le commencement de l'animalisation jusqu'à présent, ils ne seraient d'aucune utilité pour la géologie; mais il n'en est pas ainsi : car, sur ce nombre, nous trouvons :

Genres fossiles, occupant tous les étages....		16
Genres perdus, limités dans les étages.....	933	1457
Genres encore vivants, limités dans les étages.	539	
Total égal. ...		1473.

Ainsi donc, il est certain que, sur les 1473 genres connus à l'état fossile, 16 seulement traversant tous les étages, il reste 1457 genres limités dans les étages et offrant des moyens d'application en géologie; et sur ce nombre 933, ou près des deux tiers, tellement limités, qu'ils sont perdus pour l'époque actuelle. On voit encore que ces 1457 genres, bien constatés dans les étages, nous donnent, comparativement par leur présence ou par leur absence dans les terrains et dans les étages géologiques, 1457 caractères *positifs*, et 1457 caractères *négatifs*, en tout 2914 caractères *stratigraphiques* d'une grande puissance, parce que, se rattachant à toutes les séries animales, ils se trouvent dans toutes les conditions diverses de fossilisation et de dépôts terrestres et marins. Voyons successivement ces deux caractères stratigraphiques.

§ 1598. **Des caractères stratigraphiques négatifs.** Nous appelons ainsi les caractères que fournit dans un terrain, dans un étage, l'absence des genres, de la forme zoologique, reconnus jusqu'à présent en d'autres terrains, en d'autres étages. Donnons-en quelques exemples saillants qui ressortent de la répartition des êtres à la surface du globe, compris dans les dix-sept tableaux zoologiques dont nous groupons ici les résultats numériques. Quand nous voyons les *Trilobites*, un grand nombre de genres de Céphalopodes (tableau n° 5), de Brachiopodes (tableau n° 9), de Bryozoaires (tableau n° 10), de Crinoïdes (tableau n° 12), de Zoophytes (tableau n° 13), etc., ne pas sortir des terrains paléozoïques, et disparaître à cette époque, ces genres deviennent autant de caractères négatifs pour tous les étages compris dans les terrains

triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires, où ils manquent jusqu'à présent. Presque tous les genres de Mammifères (tableau n° 1), de Reptiles (tableau n° 3), de Poissons (tableau n° 4), beaucoup de genres de Mollusques gastéropodes (tableau n° 7), de Mollusques lamellibranches (tableau n° 8), etc., etc., ne descendent, au contraire, jamais, d'après les connaissances actuelles, dans les terrains paléozoïques, et peuvent leur fournir des caractères négatifs constants. En résumé, comme nous l'avons dit plus haut, nous voyons que sur 1473 genres, 1457 peuvent nous offrir des caractères négatifs dans les terrains et dans les étages. En supposant même qu'on découvre quelques exceptions à ces résultats, le chiffre principal est si considérable, qu'il restera toujours, pour chaque terrain, quelques centaines de formes génériques pouvant servir de caractères stratigraphiques négatifs, comme on pourra le voir dans le tableau suivant destiné à faire ressortir, par terrain, et suivant les divisions zoologiques, le nombre des genres qu'on peut appliquer d'après nos tableaux successifs.

Il résultera évidemment, de ce tableau, que les caractères négatifs sont d'une haute importance en géologie, comme moyen d'applications, pour déterminer, par comparaison avec ce que nous connaissons, l'âge de ces lambeaux isolés qu'on trouve quelquefois sur des roches d'éruption, ou pour arriver à connaître l'âge des animaux fossiles rapportés de contrées sur lesquelles on n'a pas de données géologiques suffisantes.

§ 1599. **Caractères stratigraphiques positifs.** Nous appelons ainsi les formes animales, les genres qui existent dans un terrain, dans un étage, et dont les limites connues dans ces terrains, dans ces étages, offrent autant de caractères positifs, en opposition avec les caractères négatifs. En prenant, en effet, le contre-pied de ce que nous avons dit aux caractères négatifs, on aura les caractères positifs; on verra, par exemple, que presque tous les genres de Mammifères, de Mollusques terrestres offrent, ainsi qu'une multitude de genres des autres classes, un moyen de reconnaître les terrains tertiaires; que beaucoup de Céphalopodes, de Brachiopodes, de Bryozoaires sont, avec les Trilobites, et un grand nombre de genres des autres séries, des moyens puissants de reconnaître les terrains paléozoïques. Enfin, en prenant les résultats numériques qui précèdent, et ceux qui suivent, nous voyons, pour toute la zoologie fossile, 1457 genres offrant, par leurs limites dans les étages géologiques, d'excellents caractères positifs. Ces limites même sont si vraies que, sur ce nombre de 1457 genres limités dans les étages, 539 arrivent seulement jusqu'à nous, après avoir traversé plus ou moins de terrains et d'étages; tandis que 933, ou près du double, se sont éteints successivement dans les âges du monde, et ne sont pas arrivés

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE,

suivant les divisions zoologiques,

DU NOMBRE DES GENRES POUVANT SERVIR DE CARACTÈRES POSITIFS ET NÉGATIFS

dans les terrains géologiques.

DIVISIONS ZOOLOGIQUES.	GENRES FORMANT CARACTÈRES POSITIFS ET NÉGATIFS PAR TERRAINS										NOMBRE des espèces fossiles.
	Paléozoïques.		Triasiques.		Jurassiques.		Crétacés.		Tertiaires.		
	positifs.	négatifs.	positifs	négatifs.	positifs.	négatifs.	positifs.	négatifs.	positifs.	négatifs.	
Mammifères	»	115	»	115	2	113	»	115	113	2	400
Oiseaux	»	44	»	44	»	44	3	41	41	3	66
Reptiles	2	65	18	49	27	47	16	51	21	46	276
Poissons	67	191	15	263	56	222	46	232	141	131	1,000
Crustacés	40	60	2	92	36	64	6	94	24	76	1 000
Céphalopodes acétabulifères	»	18	1	17	12	6	4	14	7	11	1,448
Céphalopodes tentaculifères	22	14	7	29	7	29	14	22	1	35	
Gastéropodes terrestres et fluv.	»	17	»	17	»	17	1	16	17	»	6,213
Gastéropodes marins	29	92	20	101	38	83	57	64	94	27	
Lamellibranches fluviat	»	5	»	5	1	4	2	3	5	»	6,301
Lamellibranches marins	27	65	27	65	52	40	59	33	69	23	
Brachiopodes	25	16	7	34	8	33	20	21	8	33	1,313
Bryozoaires	24	45	3	66	21	48	36	33	29	40	1,676
Échinodermes échinides	3	68	2	69	19	52	39	32	33	38	695
Echinodermes crinoïdes	40	18	2	56	11	47	7	51	2	56	286
Echinodermes astéroïdes	1	5	1	5	5	1	3	3	1	5	40
Echinodermes ophiuroïdes	2	8	3	7	5	5	2	8	»	8	19
Zoophytes	38	178	12	294	57	159	73	144	65	135	1,135
Foraminifères	1	72	»	73	10	63	36	37	57	16	657
Amorphozoaires testacés	3	32	10	25	17	18	27	8	1	34	409
Amorphozoaires cornés	»	1	»	1	»	1	1	»	1	»	3
Totaux	324	1,129	130	1,357	384	1,096	452	1 032	730	719	22,937

jusqu'à notre époque. On voit que, dût-on trouver quelques genres plus ou moins étendus, au delà des limites qui nous sont connues aujourd'hui, il en restera toujours, pour chaque terrain et pour chaque étage, un nombre assez considérable pour les caractériser parfaitement.

En nous résumant sur les caractères stratigraphiques tirés des genres, on voit que les 1457 genres offrant des caractères positifs nous donnent, par leurs limites dans les étages géologiques, autant de caractères négatifs, et, par conséquent, 2914 caractères stratigraphiques, qu'on pourra invoquer pour reconnaître l'âge d'un terrain, d'un étage, sur lequel on n'aura pas de données géologiques, aussi certainement que si des espèces identiques venaient en indiquer la contemporanéité parfaite avec des étages déjà connus. En effet, de la combinaison rigoureuse de ces caractères positifs et négatifs bien connus, il résulte des ensembles de faunes, tellement tranchés, qu'avec de l'habitude, en partant des faits acquis à la science, on arrive, par comparaison, à dire positivement que cette faune fossile, sur laquelle on n'a pas de renseignements géologiques, doit être placée, dans l'ordre chronologique, seulement à tel âge stratigraphique (1). C'est un des résultats auxquels nous ont conduit nos constantes recherches sur la Paléontologie générale; résultat qui, comme on l'a vu, n'offre, jusqu'à présent, que 16 exceptions sur 1473, ce qui ne modifie, en rien, la généralisation et l'importance de ce caractère d'application tiré du genre.

§ 1600. **Persistance des caractères stratigraphiques positifs.** Sous cette rubrique, nous avons, à chaque classe, parlé d'un caractère des genres, qui a autant d'importance zoologique que géologique. C'est cette persistance qui fait que, lorsqu'un genre commence à se montrer, il se trouve ordinairement dans tous les étages intermédiaires, jusqu'à ce qu'il disparaisse entièrement ou qu'il arrive à l'époque actuelle. Les genres éteints pour la faune contemporaine, comme ceux qui ont encore des représentants dans la faune actuelle, sont dans le même cas. Citons quelques exemples pris dans nos différents tableaux. Parmi les Mammifères (tableau n° 1), on voit les genres *Lutra*, *Canis*, *Viverra*, se montrer dans tous les étages, depuis leur première apparition jusqu'à l'époque actuelle; les Oiseaux (tableau n° 2), et dont on connaît si peu de traces fossiles, montrent, néanmoins, ce caractère. Il en est de même des genres *Nautilus*, *Ammonites*, *Orthoceratites*, parmi les Céphalopodes (tableau n° 5); des genres *Trochus*, *Turbo*, *Chemnitzia*, parmi les

(1) C'est ainsi qu'en 1842 nous sommes arrivé, pour des *Fossiles rapportés de Colombie par M. Boussingault*, à placer, dans l'étage néocomien, des fossiles que, d'après leurs caractères minéralogiques et leur superposition sur des terrains triasiques, on avait bien de croire beaucoup plus anciens.

Gastéropodes (tableau n° 7); des genres *Avicula*, *Cardium*, *Nucula*, parmi les Lamellibranches (tableau n° 8); des genres *Terebratula*, *Rhynchonella*, *Atrypa*, *Orthis*, *Spirifer*, parmi les Brachiopodes (tableau n° 9); des genres *Diastopora*, *Entalophora*, parmi les Bryozoaires (tableau n° 10); des *Echinus*, des *Cidaris*, des *Pentacrinus*, parmi les Échinodermes (tableaux n° 11 et 12); des *Synastrea*, parmi les Zoophytes (tableau n° 13); des *Cristellaria*, parmi les Foraminifères (tableau n° 14), etc., etc. Quand on compare le nombre des genres qui offrent cette persistance si marquée à travers tous les étages, à ces quelques formes isolées, ne dépassant pas le chiffre de *trois pour cent*, qui, au contraire, attestent une grande interruption entre le premier étage où ils sont nés et ceux où ils reparaissent de nouveau, on est forcé de conclure que la persistance est le fait général, tandis que la non-persistance est l'exception.

Nous insistons beaucoup sur cette conclusion, basée sur la généralisation des faits, parce qu'elle nous offre, dans le genre formant exception, un motif de plus de l'étudier scrupuleusement, afin de voir si cette exception est réelle, ou si elle n'est pas déterminée par une fausse détermination. Nous avons reconnu que beaucoup de ces exceptions étaient, en effet, produites par des erreurs (1). Néanmoins, comme il en reste encore, il est bon de se fixer sur le jugement qu'on en doit porter, sous le rapport des caractères stratigraphiques. Pour nous, quand un genre manque dans un ou plusieurs étages, tout en étant représenté dans les étages inférieurs et supérieurs, il faut croire que, s'il n'a pas encore été rencontré dans les étages intermédiaires, il doit, sans aucun doute, exister sur des points géologiques encore inconnus à la science, et sa *non-présence* dans cette partie intermédiaire ne peut être regardée comme un fait négatif.

B. — Déductions géologiques générales tirées des espèces fossiles.

§ 1601. Comme on peut le voir à la dernière partie de cet ouvrage, les considérations stratigraphiques les plus rigoureuses, basées sur l'étude comparative de toutes les couches stratifiées du globe, amènent à conclure qu'il y a eu, depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, vingt-sept âges successifs, renfermant, chacun, une faune particulière spéciale. En jetant les yeux sur notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des Animaux mollusques et*

(1) Voyez, à cet égard, notre introduction au *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

AGES GÉOLOGIQUES.			NOMBRE DES ESPÈCES	
TERRAINS.	ETAGES.		PAR ÉTAGES.	PAR TERRAINS.
TERTIAIRES.	27. Subapennin		606	6,042
	22. Falunien.	sup. ou Falunien.	2,754	
		infér. ou Tongrien.	428	
	25. Parisien		1,576	
	24. Suessonien		678	
CRÉTACÉS	23. Danien		66	4,291
	22. Sénonien		1,579	
	21. Turonien		380	
	20. Cénomanien		849	
	19. Albien		410	
	18. Aptien		156	
	17. Néocomien		851	
JURASSIQUES	16. Portlandien		60	3,846
	15. Kimméridgien		199	
	14. Corallien		655	
	13. Oxfordien		739	
	12. Callovien		281	
	11. Bathonien		546	
	10. Bajocien		603	
	9. Toarcien		288	
	8. Liasien		301	
	7. Sinémurien		174	
TRIASIQUES.	6. Salifèrien		792	927
	5. Conchylien		135	
PALÉOZOÏQUES	4 Permien		91	3,180
	3. Carbonifèrien		1,047	
	2. Devonien		1,198	
	1. Silurien.	supérieur	418	
		inférieur	426	
		Totaux	18,286	18,286

rayonnés, on trouve, en effet, partagées entre ces vingt-sept étages successifs, plus de 18,000 espèces appartenant aux animaux mollusques et rayonnés, dont le tableau ci-contre montre les chiffres comparatifs par étages.

Si, à ce nombre de 18,286 espèces, nous ajoutons les animaux vertébrés et annelés, qui n'y sont pas compris, on aura le total d'environ 24,000 (1) espèces, dont la répartition dans les âges du monde nous est parfaitement connue. Ces 24,000 espèces sont donc 24,000 faits qui constatent la succession, dans un ordre chronologique constant, sur toutes les parties du monde, de faunes distinctes par étages, et qui se sont remplacées les unes les autres, depuis la première animalisation du globe jusqu'à présent. Il reste maintenant à chercher dans les connaissances actuelles sur l'état ancien et présent des conditions d'existence, de la température et des perturbations géologiques, les causes qui ont pu amener ces changements. Les faits constatés sont l'extinction et la création des faunes. Traitons ces deux questions séparément.

§ 1602. **De la création de la première faune du monde, et du renouvellement des autres.** Si nos recherches nous amènent, par des faits, à expliquer l'extinction des faunes, comme on le verra plus loin, rien ne peut nous dévoiler le mystère qui se rattache aux créations successives de la première jusqu'à la dernière époque du monde animé. Nous voyons, en effet, apparaître simultanément sur tous les points du globe à la fois une multitude d'êtres différents, appartenant à tous les grands types d'animaux, sans que rien les annonce sur la terre, sans que rien les sépare des époques inanimées antérieures. Comment s'est formée cette multitude d'êtres qui couvre, pour la première fois, la surface du globe terrestre? Quelle est la force créatrice qui a eu cette toute-puissance si extraordinaire? Ici nous devons confesser l'impossibilité complète dans laquelle nous nous trouvons de répondre à aucune de ces hautes questions. Il est des limites que l'esprit humain ne peut franchir, des circonstances où l'homme doit s'arrêter et se borner à admettre les faits qu'il ne peut expliquer. Une première création s'est montrée avec l'étage silurien. Après l'anéantissement de celle-ci, par une cause géologique quelconque, après un laps de temps considérable, une seconde création a eu lieu dans l'étage devonien; et successivement vingt-sept fois des créations distinctes sont venues repeupler toute la terre de ses plantes et de ses animaux, à la suite de pchaque erturbation géologique qui avait tout détruit dans la nature vivante. Tel est le fait,

(1) On peut ajouter au nombre d'espèces citées dans la dernière colonne de notre tableau de la page 250, les espèces que nous avons ajoutées depuis à notre *Prodrome*, ce qui explique la différence des sommes.

le fait certain, mais incompréhensible, que nous nous bornons à constater, sans chercher à percer le mystère surhumain qui l'environne.

§ 1603. **De l'extinction des faunes successives à la surface du globe.** Quand, sur les lieux, dans les étages qui se sont succédé régulièrement, on cherche le mode de distribution de ces faunes successives, on trouve toujours (à peu d'exceptions près) que dans les dernières couches de l'étage inférieur s'arrête la faune de cet étage; que là, elle s'est entièrement anéantie : car les premières couches fossilifères de l'étage qui le recouvre renferment, de suite, des êtres très-différents des premiers et constituant une faune distincte de la faune de l'autre étage. Il résulte de ces faits, que tout le monde peut constater dans la nature et à toutes les époques géologiques, que chacun des étages qui se sont succédé dans les âges du monde renferme sa faune spéciale, bien tranchée, distincte des faunes inférieures et supérieures, et que ces faunes ne se sont pas succédé par passage de forme, ou par remplacement graduel, mais bien par anéantissement brusque. Comme, en effet, on ne rencontre, nulle part, de transition d'une forme spécifique à une autre, au contact de deux âges successifs ; que les êtres se sont succédé à la surface du globe, non par modification de formes animales, par passage, mais bien par extinction des espèces existantes, et par le renouvellement des espèces à chaque époque géologique (1), — l'extinction des espèces d'une faune à chaque étage est évidemment un fait général que confirme, sur tous les points du globe, l'inspection des limites des étages, et qui, en aucune manière, ne peut être révoqué en doute. Cherchons maintenant à l'expliquer.

§ 1604. Aux déductions physiologiques comparées (§ 1581 et 1582), nous avons vu qu'aucune modification profonde dans les conditions d'existence des êtres ne s'étant manifestée, les conditions d'existence n'avaient pu influer sur leur anéantissement aux époques géologiques. Aux déductions climatologiques comparées (§ 1582-1591), nous avons cherché à prouver par le fait de la présence, depuis le commencement du monde jusqu'au dernier étage tertiaire, de la succession régulière uniforme, sur toutes les régions de la terre, de faunes toujours propres aux régions chaudes, qu'il était impossible d'attribuer à l'action de la température aucun des nombreux changements successifs des faunes qui se sont manifestées à chaque étage du monde animé. Il ne reste donc plus, pour expliquer le fait de l'anéantissement de toutes les faunes qui vingt-sept fois se sont succédé à la surface du globe, que les causes puissantes que nous avons signalées (§ 163 à 171), c'est-à-dire l'effet des

(1) Nous avons annoncé ce fait dès 1843. *Paléontologie française*, terrains crétacés, tome II, page 423.

perturbations géologiques sur les faunes terrestres et marines. Nous avons vu aux causes géologiques que chaque fois qu'il y a eu, dans les âges du monde, une dislocation du sol, capable d'amener un grand déplacement dans les mers, la faune existante a été anéantie par le mouvement prolongé des eaux sur les points disloqués, et même sur ceux qui ne le sont pas; que la séparation par faunes distinctes, successives, qu'on trouve dans chaque terrain, dans chaque étage géologique, n'est, dès lors, que la conséquence visible des dislocations de diverses valeurs, qu'a dû subir, dans toutes ses parties, la croûte consolidée de l'écorce terrestre.

Reprenons encore ces résultats pour y ajouter quelques confirmations. Tout le monde peut concevoir le fait de l'anéantissement d'une faune, sur le point même d'une dislocation géologique ; mais, comme il pourrait se trouver des personnes qui, malgré toutes les preuves que nous avons apportées aux causes géologiques, et les résultats de ces causes que nous signalerons à chaque étage en particulier, dans notre dernière partie, conservassent encore quelques doutes, à l'égard des effets généraux des eaux, sur les points qui n'ont pas souffert de dislocation, où les étages sont encore en stratification presque concordante, nous allons revenir sur cette question. Sur tous les points où il y a discordance, nous trouvons les limites tranchées entre les étages géologiques superposés, et les faunes qu'ils renferment. Sur tous les points où la concordance existe, où les étages se sont succédé régulièrement, dans leur ordre naturel chronologique ; dans tous les terrains jurassiques des côtes du Calvados, des Deux-Sèvres et de la Charente-Inférieure ; dans tous les étages jurassiques et crétacés des Alpes; dans les étages triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires superposés sans lacune et sans grandes discordances, des Vosges jusqu'en Touraine, ou dans 22 étages sur 27, que trouvons-nous encore? Nous remarquons que, sur les points disloqués, les étages sont aussi bien marqués, et qu'ils renferment, comme les étages discordants, des faunes spéciales distinctes, s'arrêtant aux mêmes limites. Du reste, quand nous voyons que, depuis notre époque, aucune espèce n'a disparu de la faune actuelle, on ne pourrait expliquer les faunes successives des étages concordants des regions non disloquées sans des effets généraux produits par une dislocation partielle d'un point quelconque. Il est donc évident, que l'effet prévu aux causes géologiques s'est réalisé sur tous les points, puisque des bassins géologiques, restés, pour ainsi dire, intacts, sans dislocation apparente, pendant la plus grande partie des âges du monde, n'en renferment pas moins des faunes aussi distinctes que les points disloqués. Ce fait resterait donc définitivement acquis à la science, que les faunes terrestres et marines ont été anéanties à chaque époque géologique ; que dès lors chaque

changement chronologique de faune dans les étages dénote une perturbation géologique universelle; et que ces faunes successives, composées d'espèces, sont les caractères les plus constants qu'on puisse invoquer pour distinguer les divers âges géologiques des couches stratifiées depuis le commencement de l'animalisation sur le globe terrestre.

§ 1605. **Des exceptions aux limites des faunes géologiques.** Nous venons d'indiquer le résultat général des limites des faunes; il nous reste à expliquer les rares exceptions, c'est-à-dire les circonstances dans lesquelles les espèces d'une faune ont pu être transportées dans une faune postérieure. Ce qui nous étonne dans les limites des faunes géologiques successives, ce n'est pas la présence de quelques espèces passant d'un étage à un autre, mais, au contraire, qu'on ne trouve pas un plus grand nombre de ces espèces communes à deux ou plusieurs étages à la fois. Lorsqu'il y a concordance, que la séparation des faunes de deux étages qui se succèdent ne peut être expliquée que par un mouvement des eaux assez long pour anéantir les animaux, on a lieu effectivement de s'étonner qu'un grand nombre d'êtres n'aient pu résister à ce mouvement, soit à l'état parfait, soit à l'état d'œuf, ou qu'un grand nombre de leurs dépouilles mortes n'aient pu se mélanger dans les dernières couches d'un étage passé avec les premières couches de la faune qui lui a succédé. Quand on considère que les terrains jurassiques et crétacés (§ 1868, 2150), que nous avons étudiés plus scrupuleusement, ne nous donnent pas en réalité 1 pour 100 d'espèces, qui, vivantes ou mortes, se trouvent aujourd'hui mélangées dans deux étages successifs, et cela sur des points où il y a, le plus souvent, concordance de stratification, on est forcé d'en conclure, comme tous les résultats géologiques le dénotent (§ 170), que le mouvement des eaux a été très-prolongé et qu'un laps de temps considérable a existé entre la fin d'un étage et l'instant où une nouvelle faune s'est montrée sur la terre, pour constituer l'animalisation de l'étage suivant.

§ 1606. Les animaux d'une faune propre à un étage ont pu passer, dans l'étage suivant, à l'état de vie, où leurs restes solides ont été mélangés après leur anéantissement. Nous croyons que les deux circonstances existent dans la nature. Quand nous voyons, par exemple, le *Lima proboscidea*, passer de l'étage bajocien (§ 1980) à l'étage callovien (§ 2029) et franchir trois étages; quand nous voyons, dans les terrains jurassiques 6 espèces traverser les étages callovien (§ 2022), oxfordien et corallien (§ 2082), nous en concluons forcément que ces espèces ont survécu aux perturbations géologiques, et qu'elles ont passé certainement, à l'état de vie, d'un étage inférieur à celui qui lui a succédé. Il suffit, néanmoins, de comparer ces quelques faits isolés très-rares au grand nombre d'espèces cantonnées, au contraire, dans leurs étages, pour juger qu'ils ne

détruisent en rien les conclusions générales. D'ailleurs ces espèces se trouvent seulement sur des points où les étages sont en concordance, et où tout fait supposer qu'elles devraient être beaucoup plus nombreuses.

§ 1607. Pour les restes solides des animaux qui ont pu être mélangés après leur anéantissement, ils sont un peu plus communs, sans sortir d'une faible exception : et nous plaçons dans cette catégorie presque toutes les espèces qu'on rencontre seulement dans deux étages successifs. En laissant de côté les faits de remaniements à l'état fossile des espèces d'un étage dans un autre, dont nous avons déjà parlé (§ 179) ; en ne prenant que les restes solides qui ont pu être mélangés à l'état frais, on voit deux modes de mélanges, propres les uns aux corps flottants, les autres aux corps non flottants. Nous avons, aux causes actuelles, parlé des coquilles actuellement flottantes (§ 91); nous avons démontré qu'elles existaient à tous les étages géologiques (§ 151) ; Les coquilles des Ammonites, des Nautiles et des autres Céphalopodes flottaient certainement à la surface des mers, comme les Nautiles, les Spirules d'aujourd'hui. Ce fait peut expliquer comment des espèces de l'étage inférieur peuvent se trouver dans l'étage supérieur sans avoir vécu dans les deux. Supposons que des Ammonites se soient déposées sur un littoral et qu'elles y soient couvertes de sédiments. De l'instant où elles se sont déposées jusqu'au moment où une autre faune a été créée, s'il s'est passé assez de temps pour que les loges aériennes se soient remplies de matières étrangères par des fractures, la coquille ne surnagera plus ; mais si, au contraire, l'altération de la coquille n'a pas été complète, elle flottera encore, et le moindre changement de niveau sur les côtes pourra remettre à flot des coquilles d'Ammonites de l'étage précédent, qui pourront ensuite voguer sur les mers, poussées par les vents, se déposer simultanément sur les côtes, avec celles de la faune existante ; et alors, il y aura mélange des espèces de deux époques successives, sans que ces espèces aient vécu simultanément. Ce fait est si vrai, que nous possédons des *Megasiphonia* fossiles des faluns de Dax qui flottent encore après l'intervalle de deux étages ; et, ce qui est plus remarquable, un *Ammonites cordatus* de l'étage oxfordien, qui, après *douze étages* de temps, flotte encore, lorsqu'on le plonge dans l'eau. Ces faits prouveront jusqu'à l'évidence que les corps flottants communs à deux étages ne contredisent en rien la séparation des faunes par étage ; et cela est si vrai, que ces espèces communes sont des exceptions rares dans les étages, et qu'elles se montrent seulement en des lieux où ces mélanges peuvent facilement être expliqués.

§ 1608. Pour le mélange des corps non flottants on peut encore l'expliquer par des causes analogues. Quand deux étages se sont succédé dans un bassin marin, sans discordance et sans dépôts intermédiaires, on concevra que des dépouilles mortes de coquilles d'un étage anté-

rieur pourront se trouver dans les sédiments sur des points où vivent ensuite les espèces de l'étage suivant ; et qu'il y aura alors mélange, sur ces points, des espèces des deux faunes successives, sans que les espèces aient vécu en même temps. On voit encore que ces faibles exceptions, que nous avons scrupuleusement signalées aux étages, ne changent en rien les conclusions précédentes, relatives aux limites générales des faunes propres à ces étages.

§ 1609. En résumé, quand on jette les yeux sur notre Prodrome de Paléontologie stratigraphique, et sur les résultats détaillés aux généralités ou à la quatrième partie, on voit : que le nombre des espèces communes à deux étages est une rare exception, qui n'existe que pour quelques étages séparés sans doute par des perturbations géologiques de moindre valeur que ceux où aucune espèce commune ne s'est montrée jusqu'à présent ; que même dans les étages où ces espèces communes existent leur présence s'explique par la concordance de stratification des étages, ou lorsque ceux-ci ne sont pas séparés par des couches intermédiaires soit terrestres, soit marines, sans fossiles. Il ne faut donc pas prendre ces espèces communes pour des faits de passage, mais on doit les regarder comme des mélanges, comme des exceptions dont on peut facilement se rendre compte. Il convient même de se prémunir contre les idées fausses qu'on pourrait prendre sur des points exceptionnels, en les confondant avec l'état normal. Quand on trouve des mélanges nombreux, dans les étages falunien et subapennin du Piémont, par exemple, où les étages sont concordants et sans couches intermédiaires, il faut bien se garder de rien en conclure ; car ces mélanges tiennent évidemment aux causes que nous avons indiquées précédemment. Si, du reste, on veut en avoir la preuve, on la trouvera dans l'étude comparative de ces mêmes étages bien circonscrits, sur d'autres points, tels que la Touraine, Bordeaux, Dax, pour l'étage falunien, et Perpignan, pour l'étage subapennin, où l'on ne rencontre aucun mélange, aucune espèce commune entre ces deux étages. Ce fait de mélange que nous citons, dans le Piémont, pour les étages falunien et subapennin, est applicable aux limites des étages suessonien et parisien, à Cuise-la-Motte dans le bassin parisien, comme on le verra aux considérations chronologiques (§ 2451). Ainsi, lorsqu'il y a mélange sur un point, il faut recourir aux étages bien circonscrits pour les expliquer, et pour ne pas confondre des exceptions locales avec les limites réelles des faunes caractéristiques des étages géologiques.

§ 1610. **Définition d'un étage géologique par rapport aux espèces.** Après tout ce que nous avons dit de la séparation des faunes spéciales, nous devons faire connaître ce que nous entendons par un étage. Un étage, pour nous, est une époque en tout identique à l'époque actuelle. C'est

un état de repos de la nature passée, pendant lequel il existait, comme dans la nature actuelle, des continents et des mers, des plantes et des animaux terrestres, des plantes et des animaux marins; et, dans les mers, des animaux pélagiens et des animaux côtiers à toutes les zones de profondeur. Pour qu'un étage soit complet, il doit montrer un ensemble d'êtres terrestres ou marins, qui puisse représenter une époque tout entière, analogue au développement que nous voyons actuellement sur la terre. Lorsqu'on ne connaît que quelques parties de cet ensemble qui devrait exister à la fois, c'est que les autres ont été anéanties lors des perturbations géologiques, ou qu'elles nous sont encore inconnues. Ainsi donc, nous ne pourrions admettre, comme étage, des couches même discordantes, quelle que soit leur puissance, si elles ne contiennent pas leurs faunes caractéristiques. Nous regardons, par ce motif, comme tout à fait fausse l'idée que chaque étage doit avoir peu d'espèces spéciales; car il est évident que si (ce que nous démontrerons) chaque étage est une époque semblable à l'époque actuelle, il doit renfermer une faune proportionnée; et que si nous n'y connaissons que peu d'espèces, c'est que la trace de la plus grande partie des espèces de la faune qu'il renfermait a été entièrement anéantie ou nous est inconnue. Nous pensons encore que le nombre aujourd'hui découvert des espèces propres à chaque étage doit considérablement s'augmenter par les recherches qui nous restent à faire pour connaître les divers âges du monde, sur tous les points du globe; et nous ne serions pas étonné si ce nombre, par la suite, devait se tripler.

§ 1611. Il est, relativement aux limites de l'étage, un écueil qu'il faut soigneusement éviter: c'est celui d'attacher trop d'importance à la distribution locale des fossiles par couches, avant de s'être assuré si ces détails sont les mêmes sur tous les points du monde. Le plus souvent, en effet, quand, dans un bassin géologique, on trouve que telles couches renferment telles séries d'espèces, on est naturellement porté à regarder cette disposition comme un fait important de stratigraphie, comme une époque spéciale, distincte, quand ce n'est, le plus souvent, ainsi que nous nous en sommes aperçu par la comparaison, qu'une disposition purement locale, qui ne permet sa généralisation nulle part et qui tient seulement aux compositions des sédiments ou aux oscillations locales du sol, ce que nous chercherons à démontrer aux étages en particulier.

§ 1612. **Espèces caractéristiques en géologie.** Quand la science était encore dans son enfance, on a pensé qu'il n'existait pour chaque époque géologique que quelques espèces caractéristiques. C'est une erreur que fait disparaître l'étude comparative de tous les faits répartis à la surface du globe; car il est certain, au contraire, qu'à très-peu d'exceptions près pour les espèces communes (§ 1557), les 24,000 espèces

connues à l'état fossile sont toutes caractéristiques. Dans chaque étage, en effet, les unes sont caractéristiques des dépôts terrestres, les autres des dépôts marins ; dans ces derniers dépôts, des espèces flottantes caractérisent les sédiments côtiers, au niveau des hautes mers ; d'autres appartiennent à des zones déposées peu au-dessous du balancement des mers, tandis que des séries tout entières dépendent des zones profondes des océans. On voit, dès lors, qu'il n'y a pas d'espèces caractéristiques d'un étage ; mais que toutes les espèces, suivant la nature des dépôts, ou suivant les lieux, peuvent être considérées comme telles. Nous insistons d'autant plus sur ce résultat, que les mêmes étages, pris sous la zone torride ou près des pôles, nous montrent, aux déductions climatologiques (§ 1593), que des espèces identiques étaient, à chacune de ces époques, répandues sur le globe à des distances énormes, ce qui les rend encore plus importantes.

§ 1613. Il résulte de ce qui précède, que nous avons voulu répondre d'avance, par l'explication de toutes les exceptions connues, aux objections qui pourraient être faites aux résultats généraux auxquels nous a conduit l'étude comparative de tous les documents positifs de la science ; et ces exceptions, basées sur un petit nombre de faits, ne peuvent, en aucune manière, diminuer l'importance d'application paléontologique des résultats généraux basés sur le nombre de 1473 genres et de 24,000 espèces. Nous n'insistons pas davantage sur les puissants moyens d'application à la géologie que donne cet ensemble de faits ; ils ressortiront, nous le pensons, de leur emploi immédiat dans l'histoire chronologique du monde animé dont nous allons nous occuper.

QUATRIÈME PARTIE.

SUCCESSION CHRONOLOGIQUE DES AGES DU MONDE.

§ 1614. Après avoir fait connaître, par un nombre considérable de faits, les diverses séries d'éléments qui peuvent nous éclairer sur l'histoire du monde terrestre, il nous reste à les appliquer simultanément, afin d'atteindre notre but. Nous prenons pour point de départ, comme éléments de vérité, tous les phénomènes terrestres et marins déduits des causes actuelles ; tous les grands faits géologiques que nous avons énumérés ; enfin les éléments plus nombreux encore empruntés à la zoologie. Nous arriverons ainsi, en marchant du connu à l'inconnu, par l'accumulation et la comparaison des faits anciens et modernes, à l'histoire chronologique des phénomènes généraux et spéciaux qui se sont succédé à la surface de la terre, depuis sa première consolidation jusqu'à notre époque.

Avant de commencer notre travail, qu'il nous soit permis de faire quelques réflexions générales sur la manière dont la Géologie a été souvent envisagée jusqu'à présent. Le mot *Géologie* (de γῆ, la terre, et de λογος, discours), suivant son acception la plus ordinaire, doit être synonyme de l'*histoire de la terre ;* car, pour bien faire saisir et comprendre tout ce que nous offre la composition si variée de cette partie extérieure de notre globe,, accessible à nos investigations, qu'on nomme *croûte terrestre*, il convient de suivre l'ordre chronologique des faits, à mesure qu'ils ont concouru à consolider et à former cette croûte terrestre. Néanmoins tous les auteurs de traités de géologie n'ont pas suivi la même marche. Quelques-uns, effectivement, suivent l'ordre chronologique, en commençant par les parties les plus anciennes ; mais les autres, procédant d'une manière toute différente, parlent d'abord des âges les plus modernes et s'enfoncent ensuite dans les couches terrestres, en un sens inverse à l'ordre chronologique. Nous ne discuterons pas ici les motifs qui ont déterminé ces derniers, parmi lesquels se trouvent des savants très-consciencieux ; mais nous croyons devoir adopter la marche chro-

nologique comme la plus logique, et comme la plus propre à l'intelligence des faits. Si nous comparons un instant la géologie à l'histoire, nous verrons, en effet, que cette marche est indispensable. Jamais, par exemple, un historien chargé d'écrire l'histoire de France ne la commencera par la révolution de 1848, pour arriver, ensuite, en remontant dans les siècles, jusqu'aux plus anciens Gaulois. Comme les faits sont presque toujours dépendants et le plus souvent une conséquence les uns des autres, ils ne sont compréhensibles qu'autant qu'ils sont placés dans leur ordre de succession. Nous croyons donc devoir adopter sans aucune restriction la marche chronologique ; méthode par laquelle l'étude de la géologie se montrera toujours pleine d'attraits, puisqu'on verra s'y développer et s'y succéder ces phénomènes si variés, dont la connaissance peut seule jeter une vive lumière sur l'histoire si curieuse de notre planète.

§ 1615. Pour faire l'histoire, il faut des dates; or, la date en géologie, comme en paléontologie, c'est l'âge relatif des terrains et des étages, donné par la superposition la plus rigoureuse des couches terrestres. Il est évident, par exemple, que la craie blanche, qui se trouve partout dans le bassin de Paris et de Londres, sous les terrains tertiaires, est plus ancienne que ces derniers, qui se sont déposés par-dessus, en la recouvrant ; que les terrains triasiques placés sous les terrains jurassiques, dans la Haute-Marne, et dans les Vosges, ont précédé les terrains jurassiques qu'on voit dessus. C'est en procédant ainsi, par le recouvrement positif des différents terrains et étages qui affleurent à la surface et sont les mêmes dans toutes les parties du monde, qu'on arrive à réunir les dates, l'âge relatif de tous les terrains et des étages qui composent l'écorce terrestre. Ces dates, cet âge relatif sont donnés par la superposition rigoureuse des étages sur les lieux où il n'y a pas de lacunes, où les époques se sont succédé dans un ordre régulier et sans interruption, comme en France et en Angleterre, où il ne manque presque aucune de ces époques, et où la superposition est parfaitement observée. Voici, du reste, comment nous sommes arrivé, dans nos recherches, à reconnaître la concordance des limites des terrains et des étages avec les faunes paléontologiques qu'ils renferment et qui en complètent les horizons stratigraphiques.

Nous avons voulu interroger la nature relativement à la solution stratigraphique. Dès nos premières observations sur le sol de la France, à notre retour d'Amérique en 1834, nous avons reconnu qu'en remontant ou descendant la série des couches nous trouvions partout la même succession d'êtres fossiles cantonnée dans les mêmes limites de hauteur géologique. Par la comparaison des faunes recueillies avec le plus grand soin, suivant la stratification rigoureusement observée, et réunies dans

notre collection d'après leur ordre chronologique de superposition, nous obtenions, à chaque nouvelle recherche, de nouvelles convictions sur la stratigraphie géologique. Nous reconnaissions également que le caractère minéralogique des couches n'avait servi qu'à tromper les observateurs peu au courant des éléments stratigraphiques tirés des causes actuelles (§ 73 à 142), qui souvent leur faisaient voir des parallélismes tout à fait fautifs. Les couches ferrugineuses, par exemple, prises d'un côté de la France, et identifiées de l'autre côté, contenaient des faunes tout à fait distinctes; tandis que les mêmes faunes fossiles se trouvaient, au contraire, sur des niveaux géologiques identiques, dans des couches de la nature minéralogique la plus différente.

§ 1616. Nous nous sommes alors attaché tout particulièrement à suivre les horizons paléontologiques partout où ils se trouvaient, pour nous assurer s'ils dépendaient d'une époque marquée ou d'un simple faciès local, déterminé par les circonstances côtières ou pélagiennes des dépôts observés dans les causes actuelles (§ 94 à 108, 116 à 122). Après avoir rencontré, sur tous les points de la France, au nord, au sud, à l'est et à l'ouest, en Provence comme en Normandie, dans la plaine comme dans les Alpes et dans les Pyrénées, partout enfin, les mêmes résultats, et n'avoir marché, pendant quatorze années que de confirmations en confirmations, sans trouver un seul fait contradictoire, nous avons acquis la certitude que les terrains et les étages y suivent nettement la division que nous avons exposée dans cet ouvrage; que partout aussi, ces terrains et ces étages sont limités de même, quant aux faunes respectives qu'ils renferment et aux lignes de démarcation stratigraphiques relevées sur beaucoup de points. Nous avons vu qu'autour de chaque bassin ils ne se confondaient nulle part, et qu'ils dénotaient bien autant d'époques géologiques distinctes, se succédant les unes aux autres, dans le même ordre constant et régulier de superposition. Nous avons, dès lors, considéré les immenses collections stratigraphiques faites à l'appui de toutes ces recherches comme de puissants moyens de comparaison à établir avec les autres lieux.

§ 1617. Il nous restait ensuite à nous assurer positivement si ces différents terrains, ces différents étages, si tranchés sur le sol de la France, étaient le résultat de circonstances locales, spéciales à notre sol, ou s'ils dépendaient de faits généraux qui se seraient produits sur tous les points du globe à la fois. Notre indécision à cet égard ne fut pas longue. Les travaux stratigraphiques des savants anglais, par les collections locales que nous leur devions, nous donnèrent bientôt la certitude que la géologie de l'Angleterre était identique à la géologie de la France; qu'elle présentait, de plus, la continuation des mêmes bassins, des mêmes anciennes mers qu'en France. L'Allemagne, l'Italie, la Russie, l'Espagne, nous

offrirent, par les recherches des géologues et par les fossiles que nous avons pu comparer, des limites stratigraphiques partout identiques en Europe, séparant les faunes fossiles en terrains et en étages comme en France. Notre voyage dans l'Amérique méridionale, nos travaux sur les fossiles de ces contrées, les importantes publications des géologues des États-Unis, ainsi que les nombreux fossiles qu'ils nous avaient communiqués ; enfin, tous les mémoires partiels publiés sur les pays les plus éloignés de notre point de départ, ne nous ayant, dans toutes les circonstances, donné que des résultats des plus satisfaisants pour l'ensemble des faunes comparées à leur âge relatif (1), nous avons pu en conclure, après discussion de tous les faits acquis à la science, que les limites des terrains et des étages, ainsi que des faunes qu'ils renferment, étaient les mêmes par toute la terre. Nous avons vu, par exemple, que l'ensemble des faunes lointaines et des faunes prises dans les régions tropicales, ou vers les pôles, contenait non-seulement des caractères stratigraphiques constants, uniformes de composition générique, mais encore quelques espèces identiques qui, dans l'Inde, à Pondichéry, à Cutsch ; dans l'Amérique méridionale, au détroit de Magellan, au Chili, au Pérou, en Colombie ; dans l'Amérique septentrionale, à Alabama, au Texas, à New-York, au Canada; dans le nord de l'Oural, etc., etc., prouvaient, avec l'identité de leur âge, leur parfaite contemporanéité d'existence. Nous avons donc adopté ces terrains, ces étages, avec d'autant plus de certitude qu'ils n'ont rien d'arbitraire, et qu'ils sont, au contraire, l'expression des divisions que la nature a tracées à grands traits sur le globe entier.

§ 1618. Ces bases relatives à la date, à l'âge des époques du monde, une fois adoptées, cherchons à définir l'ensemble des faits, par rapport à l'ordre chronologique. Nous voyons, par exemple, que depuis le commencement du monde se sont constamment succédé deux séries de circonstances bien distinctes : les unes passives, incessantes, pendant lesquelles se sont déposés lentement les sédiments terrestres et marins qui ont formé les couches stratifiées ; les autres fortuites, momentanées, qui, par suite des dislocations de l'écorce terrestre, ont permis aux roches *plutoniques* ou d'origine ignée, sous-jacentes, de surgir à la surface du sol. Il y a donc synchronisme entre les roches stratifiées et les roches plutoniques, en ce sens que ces dernières, suivant leur nature, leur composition chimique, paraissent avoir surgi à des époques distinctes, correspondant à l'âge relatif des roches sédimentaires. Pour bien faire comprendre cette correspondance dans l'histoire que nous allons commencer, nous croyons devoir les donner en regard dans le tableau ci-contre.

(1) Voyez, aux terrains et aux étages, la vérité de ces faits.

ROCHES SÉDIMENTAIRES STRATIFIÉES.		ROCHES PLUTONIQUES NON STRATIFIÉES.
PÉRIODES OU TERRAINS.	ÉTAGES.	
6e PÉRIODE. CONTEMPORAINE	ÉPOQUE ACTUELLE.....	Amphigénite.
	»	Péridolite.
		Basalte.
5e PÉRIODE. TERTIAIRE.	27. Subapennin.....	Basanite.
	26. Falunien.....	Dolérite.
	25. Parisien.....	Trachyte.
	24. Suessonien.....	Leucostite.
		Phonolite.
		Mimosite.
4e PÉRIODE. CRÉTACÉE.	23. Danien.....	
	22. Sénonien.....	
	21. Turonien.....	Minosite.
	20. Cénomanien.....	Porphyres pyroxéniques.
	19. Albien.....	Basalte?
	18. Aptien.....	
	17. Néocomien.....	
3e PÉRIODE. JURASSIQUE.	16. Portlandien.....	
	15. Kimméridgien.....	
	14. Corallien.....	
	13. Oxfordien.....	Porphyres pyroxéniques.
	12. Callovien.....	Granit?
	11. Bathonien.....	Syénite?
	10. Bajocien.....	
	9. Toarcien.....	
	8. Liasien.....	
	7. Sinémurien.....	
		Porphyres argiloïdes.
2e PÉRIODE. TRIASIQUE.	6. Saliférien.....	Lherzolite.
	5. Conchylien.....	Granit?
		Syénite?
		Porphyre pétrosiliceux.
		Ophite.
1re PÉRIODE. PALÉOZOÏQUE.	4. Permien.....	Aphanite.
	3. Carboniférien.....	Ophitone.
	2. Devonien.....	Porphyre protoginique.
	1. Silurien. Supérieur.....	Porphyre dioritique.
	1. Silurien. Inférieur.....	Porphyre pyroméride.
		Porphyre syénitique.
		Syénite.
		Granit.
		Serpentine.
AZOÏQUE.....	Groupe des Talcites.....	Diorite.
	Groupe des Micacites.....	Syénite.
	Groupe des Gneiss.....	Armophantite.
		Pegmatite.
		Granit.

Nous avons mis en présence les roches plutoniques et les roches sédimentaires. Il convient, dès lors, avant de chercher quel est le rôle que ces deux séries de roches ont joué dans l'histoire du monde, de définir l'origine et les caractères différents des unes et des autres.

§ 1619. Nous appelons *roches plutoniques* ou *d'origine ignée* (1) toutes les roches qui, sans avoir égard à leur âge ni à leur composition chimique, se sont élaborées dans le foyer incandescent de la terre, sous l'influence d'une grande chaleur et d'une grande pression atmosphériques, qu'elles aient paru seulement lors des fractures de la croûte terrestre ou qu'elles aient été projetées de l'intérieur à l'extérieur par les volcans. Leur caractère constant est de se montrer toujours sous des formes amorphes ou cristallines, mais jamais en lits parallèles pouvant constituer une stratification régulière.

§ 1620. Nous appelons *roches sédimentaires* toutes les roches formées de molécules ou de sédiments amenés et déposés par les eaux qui recouvrent la terre, et qui, à tous les âges du monde, ont tendu à niveler les inégalités du sol terrestre et sous-marin. Leur caractère différentiel et constant tient aussi à leur origine. Comme elles se sont déposées dans les eaux ou sous l'action d'un nivellement successif, elles sont toujours composées de lits parallèles ou de couches qui constituent une véritable stratification régulière (2).

CHAPITRE PREMIER.

CONSOLIDATION DE LA CROUTE TERRESTRE AVANT L'ANIMALISATION.

§ 1621. La terre, comme nous l'avons déjà dit ailleurs, ne forme pas une sphère régulière, mais un sphéroïde isolé de toutes parts dans l'espace. Les mesures directes des méridiens terrestres ont eu pour résultat de constater que la terre est sensiblement aplatie vers les pôles. Cette forme, cette plus grande convexité de la zone équatoriale, placée dans le sens de l'axe de rotation du globe terrestre, est très-importante à constater; car elle annonce que la terre n'a pas toujours été solide,

(1) Ce sont les *roches volcaniques* et *plutoniques*, de M. Lyell.

(2) Voyez, comment elles se forment, aux éléments stratigraphiques, § 73 et suivants. Ce sont les *roches aqueuses* de MM. Constant-Prévot et Lyell.

et que cette disposition est due à l'action combinée de la vitesse de rotation et de la force centripète, lorsque les matières qui la composentétaient à l'état pâteux, ou mieux, en fusion par suite de la chaleur.

Tout parait donc prouver, que la terre était d'abord en état d'incandescence. Pour arriver de ce premier état probablement pâteux, plutôt que liquide, à la consolidation que nous lui connaissons aujourd'hui, il a fallu nécessairement qu'elle subît l'effet du rayonnement vers l'espace céleste, et qu'elle se refroidit extérieurement. Si la terre n'avait eu, à sa surface extérieure, ni atmosphère ni eau, cette croûte extérieure se serait exclusivement formée de roches plutoniques ou roches d'origine ignée, qui, sous la forme non stratifiée, auraient représenté une pellicule de plus en plus puissante. L'épaississement de cette première croûte consolidée se serait faite, comme l'a judicieusement pensé M. Cordier, de haut en bas et de dehors en dedans, comme il a peut-être continué à le faire sous les roches stratifiées du globe; mais la terre se trouve entourée d'une atmosphère et d'une masse considérable d'eau. Dès lors deux séries de phénomènes ont dû avoir lieu simultanément : l'une déterminée par le refroidissement des roches plutoniques, l'autre par le dépôt des sédiments dans l'élément aqueux.

§ 1622. On conçoit facilement que, d'abord, le contact des parties en fusion avec l'eau dût naturellement volatiliser celles-ci en vapeurs, qui s'élevaient dans l'espace. Néanmoins, condensées par la température moins élevée des hautes régions de l'atmosphère, ces vapeurs devaient ensuite retomber en pluie torrentielle, pour former encore de nouvelles vapeurs. On conçoit aussi que ces eaux, toujours refroidies dans l'atmosphère, et retombant après sur la terre, durent, par l'effet du rayonnement vers l'espace, déterminer, à la longue, le refroidissement des parties de la croûte terrestre placées à l'extérieur. Une première pellicule coagulée, composée exclusivement de roches plutoniques, dut d'abord se former à la surface de la terre; mais le retrait constant des matières par l'abaissement de la chaleur dut aussi constamment diviser cette pellicule en fragments qui, pendant un laps de temps considérable, se brisèrent, se coagulèrent de nouveau, se brisèrent encore, puis se réunirent. Dès ce moment, il dut commencer à se former, à la surface du globe, de nombreuses inégalités, qui, par suite de cette action continue du refroidissement augmentant toujours la croûte consolidée, devaient être de plus en plus sensibles. La pellicule solide dut donc s'épaissir lentement, à mesure que les causes physiques extérieures devenaient de plus en plus puissantes. On doit croire, dès lors, que les premières parties consolidées du globe dépendent des roches plutoniques qui s'épaississaient de plus en plus de dehors en dedans, ou

de haut en bas. On a même la certitude par tous les faits géologiques, que ces premières matières solidifiées appartenaient aux roches granitiques ; car, d'après les connaissances actuelles, ces roches sont bien certainement les plus anciennes qui se soient consolidées à la surface du globe.

§ 1623. Dès l'instant que cette calotte solide acquérait de la puissance, l'action de la vaporisation de l'eau devait naturellement diminuer, par son manque de contact immédiat avec la matière incandescente. On conçoit même qu'après un laps de temps considérable, pendant lequel ce chaos sans cesse renaissant des eaux projetées en vapeurs, tombant ensuite en torrents, précipité par la condensation atmosphérique, ces phénomènes, déterminés par la chaleur de la croûte terrestre, durent s'affaiblir peu à peu, et permettre enfin à l'eau de séjourner à la surface même de cette enveloppe consolidée. Aussitôt que, sur quelques parties du globe, des eaux non entièrement vaporisées ont pu séjourner sur des points plus épaissis de la croûte terrestre, un autre genre de dépôt a dû commencer. En effet, comme des vapeurs devaient toujours s'élever dans l'atmosphère, par suite de la chaleur de la terre, les torrents de pluie continuels qu'elles devaient occasionner ne pouvaient manquer, en tombant violemment sur les points à nu de la croûte consolidée, d'en enlever quelques parcelles, qui, jointes, peut-être, à la condensation de matières aériformes jusqu'alors à l'état gazeux, durent commencer à former, dans les légères dépressions de la terre, les premières roches sédimentaires stratifiées. Celles-ci, toujours augmentées de nouvelles matières apportées ou condensées, durent s'épaissir en sens inverse des roches plutoniennes, c'est-à-dire, de bas en haut, ou de l'intérieur à l'extérieur de la terre.

Voilà donc, sur le globe, le contact des deux grands modes de formation des roches, des deux éléments constitutifs de l'écorce solide de notre sphère. Il nous reste maintenant à définir, avec plus de détails, les uns et les autres pris en particulier, pour chercher ce qui advint sur ce globe non encore parfaitement solidifié à l'extérieur, pendant cette première période de consolidation, où les agents chimiques et physiques étaient seuls en scène. Nous avons dit que la partie solide du globe s'augmentait, à la fois, des roches plutoniques par coagulation, et des roches sédimentaires stratifiées. Définissons ces deux séries de roches en commençant par les roches stratifiées.

ROCHES STRATIFIÉES AZOIQUES.

§ 1624. Les *Roches stratifiées Azoïques*, qui ont précédé l'animalisation du globe, ont été, suivant les différents points de vue sous lesquels

on les a considérées, nommées *Terrains primitifs*, ou *Sol primordial*, par Werner, par M. Cordier; *Roches stratifiées primitives* par M. Buckland; *Terrains cristallisés*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; *Roches métamorphiques*, par MM. Lyell, Beudant, etc. Nous n'envisagerons pas ici la question des méthodes différentes, ni les importantes théories dont ces roches ont été l'objet; ce qui nous éloignerait trop du but que nous nous sommes proposé. Nous avons déjà dit un mot du métamorphisme (§ 63) des roches, et des changements qui ont pu s'opérer dans les roches sédimentaires, lorsqu'elles ont pris la forme cristalline par le voisinage des agents ignés, ou par suite des actions lentes électro-chimiques; nous ne reviendrons sur ce sujet que pour répéter que nous croyons aux deux genres d'action, mais en des limites restreintes et, le plus souvent, locales. Lorsqu'on étudie les roches stratifiées de tous les âges du monde, on acquiert la certitude qu'elles se sont toutes plus ou moins modifiées. Telles d'entr'elles en se consolidant, comme les sables, ont formé des grès; les sédiments vaseux ont formé les schistes, les phyllades, les calcaires, etc. Il ne peut y avoir de doute à cet égard. Pourquoi à ces changements, qu'on rencontre à chaque pas, ne viendrait-il pas se joindre les effets des deux grands agents que nous venons de mentionner, et qui ont pu rendre les roches cristallisées, ou changer les grès en quartzites, en quartz grenu, les calcaires en dolomie, en gypse, en calcaires saccharoïdes, etc.? Ces faits sont constatés par des savants si connus pour leur exactitude qu'on ne peut les révoquer en doute.

§ 1625. **Composition.** Les roches stratifiées azoïques sont les plus anciennes de toutes, puisqu'elles sont contemporaines des roches granitiques, sur lesquelles elles reposent souvent; aussi sont-elles composées des mêmes éléments minéralogiques. C'est, sous forme stratifiée, un mélange 1° de *Quartz* (oxyde de silicium), 2° de *Mica* (silicate d'alumine), et 3° de *Feldspath* (silicate d'alumine et de potasse), et de quelques autres substances accessoires. Ces roches se divisent en trois groupes, suivant leur composition minéralogique, le plus souvent en rapport avec leur âge déterminé par la superposition : les roches *gneissiques*, les roches *micacites* et les roches *talcites*. Passons successivement en revue les caractères de ces différents groupes.

1er Groupe, Roches gneissiques.

Il se compose des roches suivantes (1) :

(1) Nous empruntons à M. Cordier la nomenclature des principales roches stratifiées azoïques et non stratifiées que nous mentionnons dans cet ouvrage; nous y puisons, de plus, les renseignements sur l'instant où ces dernières roches ont surgi, au milieu des roches stratifiées.

§ 1626. **Le Gneiss** est formé, d'abord, de mica très-abondant et en paillettes généralement disposées dans le sens des feuillets, de feldspath grenu ou lamellaire, et d'un peu de quartz comme élément accessoire. Sa structure est schistoïde ou par couches. Suivant les mélanges, il constitue des variétés. On le nomme *Gneiss quartzeux*, quand le quartz y forme des lits; il passe au micacite dès que le quartz devient plus abondant que le feldspath. On l'appelle *Gneiss talqueux*, lorsqu'il est grenu et qu'il contient du talc. On le nomme *Gneiss porphyroïde*, quand il contient des cristaux de feldspath disséminés. Enfin, on le dit *Gneiss graphiteux*, quand du graphite écailleux remplace une partie du mica. C'est la plus ancienne des roches stratifiées. Souvent en contact avec les roches granitiques, elle passe souvent aux Pegmatites.

§ 1627. **La Syénite** stratiforme, composée comme la Syénite non stratiforme (§ 1645), se trouve, mais rarement, à la partie supérieure des Gneiss.

§ 1628. **La Pegmatite stratiforme,** composée de même que la *Pegmatite non stratiforme* (§ 1643), s'en distingue seulement par son ensemble stratifié. Elle constitue des roches de même âge que les Gneiss.

§ 1629. **La Leptynite** (*Feldspath grenu*, — *Feldspath compacte*, — *Leucostine*, — *Weistein*, Werner), est composée, principalement et en quantité très-dominante, de feldspath grenu, très-atténué, rarement pur, uni à une très-petite quantité de mica et de grenat, de quartz, etc. Son aspect est bréchiforme. Suivant les mélanges, on l'appelle *Leptynite grenatique, micacé* ou *amphibolique*. Cette roche passe aux roches qui précèdent et forme des assises dans les Gneiss.

§ 1630. **La Diorite stratifiée,** composée des mêmes éléments que la *Diorite non stratifiée* (§ 1646), s'en distingue seulement par les assises qu'elle forme. Elle appartient encore au même âge que les Gneiss.

Les autres roches ne sont, pour ainsi dire, qu'accessoires, et se trouvent aussi bien dans le groupe des Micacites et des Talcites, que dans celui des roches gneissiques; telles sont :

§ 1631. **L'Amphibolite** (*Amphibolite hornblende*, Brongniart; *Hornblende*, d'Omalius) est presque entièrement composée de cristaux d'amphibole; le feldspath, le grenat, le quartz, le disthène, le fer oxydulé n'en étant que des éléments accessoires. Elle appartient encore au même âge que les Gneiss, mais se trouve encore avec les Micacites et les Talcites.

§ 1632. **La Grenatite** (*Grenat* d'Omalius) est presque entièrement composée de grenats; cette roche pesante est grenue ou compacte, jaune ou rougeâtre. Elle forme des couches dans les Gneiss, les Micacites et les Talcites.

§ 1633. **Le Pétrosilex** (*Feldspath compacte* et *Eurite* des géologues) est composé de feldspath compacte, mélangé à du quartz, de l'amphibole, du mica, du talc à l'état compacte. Elle est fusible en émail blanc, et se trouve dans les mêmes conditions que les Grenatites.

Comme on le voit, les roches gneissiques renferment non-seulement des grenats, mais encore des corindons, des saphirs, des spinites, auxquels il faut joindre du fer oligiste, du fer oxydulé, du graphite et des mines d'argent, d'oxyde d'étain, de cuivre, de cobalt, etc., etc. Elles reposent presque partout sur les roches granitiques.

2e Groupe, Micacites.

§ 1634. **Le Micacite** (*Micaschiste*, *Schiste micacé*, *Mica schistoïde*) est une roche grenue schistoïde, composée de mica très-abondant en paillettes dans le sens des couches et de quartz. Beaucoup de minéraux y sont souvent disséminés. On en forme plusieurs variétés, suivant la proportion des mélanges. Le *micacite quartzeux* montre des feuillets ondulés de quartz et de mica. Le *micacite feldspathique* offre des lits alternants de feldspath lamellaire. Le *micacite porphyroïde* contient de petits cristaux de feldspath répandus dans la masse. Le *micacite grenatique* contient des cristaux de grenats abondants et disséminés. Le *micacite talqueux* renferme de petits lits de talc blanc verdâtre ou de chlorite. Les Micacites, toujours stratifiés, passent souvent aux Gneiss par nuances insensibles, ils sont pourtant généralement supérieurs aux roches de Gneiss ou sur les Granits.

3e Groupe, Talcites.

§ 1635. **Le Talcite** (comprenant le *stéaschiste* de MM. Brongniart et d'Omalius, le *chlorite* de M. d'Omalius, le *talcate* de M. Boubée, le *schiste talqueux*, le *talcschiste*, le *talkschiefer*) est une roche composée de talc rarement pur, le plus souvent mélangé de quartz, de feldspath, de mica ou de macle, et prenant, suivant ces mélanges, le nom de *talcite quartzifère*, de *talcite feldspathique*, de *talcite micacé* et de *talcite maclifère*. De plus, le Talcite renferme beaucoup de minéraux disséminés et accidentels, tels que des Staurotides, du Grenat, du Disthène, etc. Les Talcites forment de puissantes assises de couches généralement supérieures aux Micacites.

§ 1636. **La Protogyne** est une roche ayant l'aspect des granits, mais composée essentiellement de talc et de feldspath, auxquels se mêle du quartz comme élément accessoire. Cette roche, de l'âge des Talcites, est stratiforme.

§ 1637. **La Serpentine** (*Ophiolite* de M. Brongniart et d'Omalius) est formée d'un assemblage compacte, le plus souvent verdâtre, composé de

beaucoup de diallage, d'un peu de feldspath, et de peu de parties talqueuses ; sa dureté est plus ou moins grande, suivant le mélange. Lorsqu'elle est stratifiée, elle est subordonnée aux Talcites.

§ 1638. **Extension géographique des roches azoïques.** En France, comme on peut en juger par la magnifique carte géologique de France de MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy, on voit les roches azoïques sous la forme spéciale de gneiss, sur les roches granitiques, à Saint-Denis-sur-Sarthe (Orne) ; sur la côte sud de la rade de Brest et sur la côte nord de la baie de Douarnenez (Finistère) ; autour du grand massif central de la France, sur un grand nombre de points, notamment depuis Montmorillon jusqu'à Mouter (Vienne) ; à Uzerche (Corrèze), à Brétenoux (Lot) ; sur les bords du Rhône ; dans les départements du Rhône, de la Loire, et dans les Vosges.

§ 1639. Sous forme de gneiss et de micacite, les roches azoïques recouvrent les granits sur une bande N-O et S-E, depuis les sables d'Olonne et Bourbon-Vendée (Vendée) jusqu'à Paimbœuf (Loire-Inférieure), où elles s'unissent à une seconde bande, qui part de Thouars (Deux-Sèvres) et va jusqu'à Nantes (Loire-Inférieure). On les voit encore sur beaucoup de points du Finistère, des Côtes-du-Nord et de la Mayenne. Dans le grand massif central de la France, elles existent au nord d'Aigurande (Indre), près de Neuvic (Corrèze) ; aux environs de Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin), etc., etc.

§ 1640. Sous forme de talcite, on les trouve en France, à Belle-Isle, à Penestin, à Sarzeau (Morbihan), à Quimper, et sur d'autres points du Finistère ; à Lannion, à Saint-Gilles, près de Saint-Brieuc, de Saint-Servant (Côtes-du-Nord). Dans le massif central de la France, on les signale près de Mazunet, d'Hautpoul, de Rialet (Tarn).

Hors de France, les roches de l'âge azoïque sont répandues à peu près partout en Europe. On les cite en Angleterre, dans le Cumberland et au pays de Galles ; en Écosse, dans la vallée de Dumrnond, dans l'île d'Arran ; en Irlande, dans le comté de Donegal ; en Suède, près de Connaught ; en Norwége, près de Klovedalen, de Bergen ; en Saxe, près d'Altenberg, de Marienberg, d'Éger ; en Bavière, aux environs de Munchberg, de Wegscheid ; en Prusse, non loin de Rœmerstadt, de Carlsbrunn, de Frankenstein ; en Finlande, près d'Ulcaborg, d'Helsingfors ; en Bohême, près de Bodenmais, de Wiechtach ; en Hongrie, près de Szlana ; en Moravie, près de Rosena ; en Suisse, dans le Tessin ; en Grèce, dans les îles de Micone, de Rhénée, de Paros ; en Espagne, dans la Sierra-Nevada, la Sierra-Filabres, près d'Alcantara, de Madrid, au cap Ortegal ; en Portugal, près de Porto, de Lamego, à la Sierra de Monohique ; en Italie, dans la Lombardie.

L'Afrique en montre dans le Sahara, dans la haute Égypte ; près d'Al-

ger, de Bone, dans les montagnes du cap de Bonne-Espérance. L'Asie en a offert : en Arménie, près d'Erzeroum ; en Anatolie, près de Degnizil ; en Sibérie, dans les monts Ourals; dans l'Indoustan, près de Nadjib-Abad, d'Odeypour, etc. L'Amérique en offre sur de vastes surfaces : l'Amérique septentrionale, près d'Alabama, dans le Tennessee, dans les montagnes rocheuses et en Géorgie. L'Amérique méridionale, dans la république de Venezuela ; dans les montagnes du Parime, au Nevado de Quindiu, entre Lauxa et Gonzanama. Nous en avons reconnu sur de vastes surfaces aux environs de Rio de Janeiro (Brésil), on les cite depuis le 16e jusqu'au 27e de latitude sud. Nous les avons encore reconnues dans la république orientale de l'Uraguay, près de Maldonado ; dans la république de Bolivia, sur toute la province de Chiquitos, où ils occupent une surface comprise entre les 16e et 18e de latitude sud, et les 60e et 65e de longitude occidentale de Paris.

Roches plutoniques granitiques non stratifiées.

Ce sont les *terrains plutoniques granitoïdes*, de M. Brongniart ; le *groupe des terrains granitiques*, de M. d'Omalius d'Halloy, de M. Rozet ; une partie des *roches non stratifiées*, de M. de la Bèche ; une partie du *sol plutonique*, de M. Boué.

§ 1641. Les roches plutoniques ou non stratifiées qui ont précédé l'animalisation du globe appartiennent aux roches granitiques. On désigne sous ce nom, des roches variées, généralement composées, comme les roches azoïques stratifiées, en parties plus ou moins dominantes : 1° de *quartz*, 2° de *mica*, et 3° de *feldspath*, et de quelques autres substances. Ce sont :

§ 1642. **Le granit** dans lequel les trois éléments, le quartz lamellaire et le feldspath lamellaire, sont en parties égales, et d'une structure grenue. Cette roche variable de couleur et d'aspect est grisâtre, rosâtre, rougeâtre ou jaunâtre. On désigne généralement sous le nom de *granit commun* le granit composé de petits grains. Lorsque les cristaux de feldspath abondent dans un granit à petits grains, on le désigne ordinairement sous le nom de *Granit porphyroïde*. On conçoit que les parties composantes, venant à changer de proportions, le granit passe à d'autres roches. Le granit, comme on le verra plus loin, forme des masses transversales énormes qui couvrent de vastes surfaces de terrain, ou compose seulement des filons dans les roches sédimentaires, azoïques et paléozoïques.

§ 1643. **La Pegmatite non stratiforme.** Des trois éléments ordinaires, le feldspath lamellaire et le quartz sont seuls réunis. La texture en est très-variée : lorsque le quartz est en grains, avec le feldspath la-

mellaire, on la nomme *Pegmatite granulaire* ou *Pétuntzé*. Lorsque le quartz forme des lignes brisées imitant un peu les caractères hébraïques, on la nomme *Pegmatite graphite*, ou *Granit graphique*. Elle varie du blanc au rougeâtre et au brun ; la pegmatite non stratifiée présente ou des amas, ou des filons, comme le granit, dans les roches azoïques.

§ 1644. **L'Amorphantite** (*Pierre du Labrador*; *Orthose lamellaire*). Ici le feldspath est presque seul, sous la forme lamellaire. On la trouve en amas transversaux et en filons dans les roches azoïques.

§ 1645. **La Syénite** (*Granitel*, *Granit amphibolique*). Au feldspath lamellaire, qui compose presque en entier cette roche, il se joint de l'amphibole hornblende (actinote) et du quartz. Suivant les différents mélanges des parties composantes, les syénites forment des variétés distinctes. Lorsqu'il y a du feldspath, de l'actinote lamellaire, du quartz et du mica, c'est une *Syénite granitoïde*, ou un *Granit à quatre* éléments ; lorsqu'il y a de gros cristaux de feldspath dans une syénite à petits grains, c'est une *Syénite porphyroïde* ; lorsqu'au feldspath, à l'actinote lamellaire se joint du *zircon*, c'est de la *Syénite zirconienne*. Elle forme souvent des amas transversaux. Les syénites passent fréquemment aux diorites, suivant que le feldspath est compacte ou lamellaire.

§ 1646. **La Diorite** (*Grünstein* des Allemands, etc.), se compose d'amphibole et de feldspath compacte, en proportion à peu près égales. D'après les mélanges, les Diorites offrent des variétés de texture. Quand la texture est grenue et que la roche renferme du mica noir brillant, c'est de la *Diorite micacée* (*sélagite*). Quand les éléments sont très-mélangés et qu'elle présente l'aspect du granit, c'est de la *Diorite granitoïde*. Quand, avec des grains fins, la roche renferme des cristaux de feldspath compacte, c'est de la *Diorite porphyroïde*. Quand la roche renferme des sphéroïdes d'amphibole noire et de feldspath blanc, dans une diorite à petits grains, on la nomme *Diorite orbiculaire*. Elle forme des amas transversaux dans les roches azoïques.

§ 1647. **La Serpentine** non stratifiée (§ 1637) se trouve en filons dans les roches de talcite.

§ 1648. **Extension géographique des roches granitiques**. Les roches granitiques existent presque toujours sous les gneiss ; aussi les rencontre-t-on sur beaucoup des points que nous avons mentionnés à ces roches (§ 1639) ; mais on trouve encore des granits sur beaucoup de points où ne se rencontrent pas les roches azoïques. Nous pouvons citer en France, par exemple, Barfleur, les Pieux, Avranche, Sartilly (Manche), Parthenay, saint Maixent (Deux-Sèvres), Ligugé (Vienne), une partie de la chaîne des Pyrénées ; la Bérard, Hautes-Alpes ; les environs d'Hérisson (Allier), les Ardillats (Loiret), Ramonchamp (Vosges), etc. On trouve des granits presque partout, en Angleterre, en Écosse, en

Irlande, en Saxe, en Hanovre, dans le duché de Bade, en Prusse, en Suisse, en Autriche, en Hongrie, dans la Transylvanie, en Bohême, en Norwége, en Espagne, en Portugal ; en Asie, en Afrique ; dans l'Amérique septentrionale, au Mexique ; et dans l'Amérique méridionale, au Brésil, dans la République de l'Uraguay, au Chili, en Bolivia, au Pérou, etc. Les roches granitiques ont dans les Vosges : à Dumont 710 mètres d puissance, et 700 à Ballen de Soultz.

Les parties continentales laissées blanches sur nos cartes de l'extension des mers jurassiques (*fig.* 408) représentent, en France et en Angleterre, l'extension des terrains azoïques et plutoniques.

§ 1649. **Chronologie historique.** Maintenant que nous avons énuméré et donné les caractères des principales roches granitiques non stratifiées et des roches azoïques stratifiées de ce premier âge du monde, reprenons le cours des phénomènes géologiques qui ont dû se succéder pendant la consolidation du globe. Nous avons laissé les roches granitiques non stratifiées formant, à la surface de la terre, des parties consolidées qui s'épaississaient de plus en plus, de dehors en dedans; et qui, se brisant à diverses reprises, par suite du retrait intérieur, amenaient des inégalités sur la terre (§ 1623). Nous avons vu que, par suite du refroidissement de cette croûte solidifiée, les eaux ayant pu séjourner en partie à la surface de la terre, les pluies torrentielles, qui enlevaient des parcelles aux roches consolidées, ont dû commencer à former des sédiments, et à les déposer dans ces dépressions, comme matières de nivellement. Quand on observe la manière dont les particules composantes sont distribuées dans les gneiss et dans les micacites, on arrive à cette conclusion que les paillettes de mica sont toujours, suivant leur forme, déposées parallèlement aux couches ; et cette disposition prouve qu'elles ont été placées dans la position la plus favorable à l'équilibre des parties, absolument comme nous l'avons vu pour les restes de corps organisés déposés dans les eaux (§ 106). De cette dernière circonstance, et de tous les modes de plissement, de contournement des lits, que ces roches cristallisées ou azoïques ont de commun avec les couches des terrains paléozoïques et autres, il est impossible de ne pas conclure qu'elles ont été formées, comme se forment aujourd'hui les couches sédimentaires, sous l'influence des agents aqueux, et qu'elles ont ensuite subi les mêmes perturbations que les autres roches sédimentaires, sur lesquelles il n'y a aucun doute. On doit donc croire que ces roches azoïques se sont déposées dans les eaux, comme se déposent, encore aujourd'hui, toutes les parties sédimentaires. Ces dépôts s'opérant dans des eaux soumises à une haute température, il reste maintenant à reconnaître si l'on peut attribuer leur forme cristalline à cette circonstance, ou si cette forme cristalline est due à une transformation métamorphique posté-

rieure, déterminée, soit par le contact des roches granitiques, soit par une action électro-chimique. La solution de cette haute question demande une série prolongée de recherches spéciales ; mais en attendant, nous confiant dans les résultats déjà publiés à cet égard par plusieurs savants, et nous reportant à nos propres observations, nous pensons que les trois genres d'action ont pu agir simultanément suivant les lieux et les circonstances.

§ 1650. Le passage par nuances presque insensibles qu'on remarque sur quelques points en contact des gneiss aux roches granitiques : celui, par exemple, de la syénite stratiforme à la syénite non stratiforme ; de la pegmatite stratiforme à la pegmatite non stratifiée ; de la diorite stratifiée à la diorite qui ne l'est pas, annonce certainement que ces roches stratifiées et non stratifiées étaient soumises au même genre d'action, puisqu'elles offrent absolument la même composition dans leurs éléments chimiques. Comme la formation des roches non stratifiées ne peut être attribuée qu'à l'action de la chaleur, dans ce vaste laboratoire chimique que formait la partie incandescente du globe, on doit également croire que les roches stratifiées qui offrent absolument les mêmes caractères de composition ont dû également subir des effets analogues. Ce fait incontestable serait, comme on le voit, favorable à la théorie de l'action métamorphique déterminée par la chaleur. Néanmoins d'autres faits prouveraient que, dans quelques cas, l'action de la chaleur, assez forte pour tenir les roches granitiques à l'état de fusion, n'avait pourtant modifié en aucune manière les rognons de gneiss, même friable, et de micacite que ces roches granitiques ont enveloppés (1) dans le département de la Haute-Loire. Quoi qu'il en soit, l'analogie de composition dans les roches stratifiées et non stratifiées de ce premier âge du globe, de même que leur superposition presque générale les unes au-dessus des autres, sur tous les points de la terre où elles ont été observées, prouvent qu'elles ont été, comme nous l'avons dit, les premiers moyens de consolidation de la croûte terrestre.

L'épaisseur de 660 mètres de gneiss, dans les Vosges, de 700 mètres sur le mont Kijolveg (Norwége), annonce, au moins, que les circonstances dans lesquelles cette première roche stratifiée s'est déposée ont persisté pendant un laps de temps considérable. D'un autre côté, les particules de gneiss enveloppées dans les granits démontrent aussi que, durant les dépôts de gneiss, les ruptures, les dislocations géologiques ont été d'autant plus fréquentes que ces dépôts extérieurs étaient moins épais. On doit, dès lors, leur attribuer les nombreuses fissures qu'on y remarque, les plissements si nombreux de couches, et ces filons de roches

(1) Huot, *Cours de Géologie*, tome II, page 585.

granitiques qui les ont traversés sur tant de points différents, notamment au cap Wrath, dans le Sutherlandshire (Angleterre), dans la vallée de Valorsine (Suisse), près de Christiana (Norwége), aux environs de Prades (Bohême), dans la vallée de Glen-Tilt et à Landside (Écosse), dans les Alpes de France et de Savoie, dans la Suède, dans l'Amérique septentrionale et au cap de Bonne-Espérance.

§ 1651. L'épaisseur des Micacites, que M. Cordier évalue, sur quelques points, jusqu'à 2,000 mètres, prouve, de même que pour les Gneiss, la prolongation des phénomènes qui les ont produits. Une aussi grande puissance fait douter qu'ils aient pu l'être par la chaleur, qui ne pouvait avoir d'influence que dans une zone donnée bien moins épaisse. Il faudrait alors avoir recours, non aux agents ignés, mais aux agents électro-chimiques, pour expliquer cette puissance énorme d'une roche métamorphosée. Les Micacites, de même que les Talcites, sont, sur beaucoup de points, traversés par des filons plus ou moins larges de roches granitiques.

§ 1652. Pendant que se formaient les roches azoïques, la croûte terrestre a dû s'épaissir successivement, à l'extérieur, par les dépôts stratifiés qui se faisaient en plus grande abondance, au fur et à mesure du refroidissement. D'un autre côté, les roches granitiques augmentaient aussi d'épaisseur, par suite de ce même refroidissement. Les brisements de cette écorce, d'abord très-rapprochés, lorsque la croûte terrestre était minée, devinrent sans doute de moins en moins fréquents à mesure de cette solidification ; et puisque les Gneiss avaient déjà atteint l'épaisseur de 660 mètres, et les Micacites celle de 2,000 mètres, on pouvait à la fin de cette période considérer la terre comme parfaitement consolidée.

Voilà donc le globe terrestre avec la forme que nous lui connaissons, et couvert d'une masse assez épaisse de matières solides pour résister, quelque temps, aux révolutions géologiques. La terre existe ; elle est maintenant plus stable dans sa forme, et l'on peut regarder la grande œuvre de la consolidation extérieure de notre planète comme entièrement consommée. Cet état de choses pouvait-il durer? Assurément non; et ce que nous avons dit de l'effet du retrait des matières, par suite du refroidissement (§ 161), devait, tôt ou tard, s'opérer et amener des dislocations nouvelles alors très-importantes. C'est suivant M. Élie de Beaumont, s'appuyant sur les travaux de M. Rivière, à cette époque, que se serait faite cette rupture de roches azoïques qui constitue son *système de la Vendée*, dont la direction est à peu près dirigée du N. N. O. au S. S. E. M. Pisis, dans ses Recherches sur le Brésil, pense aussi que toutes les roches azoïques ont subi une dislocation, dont la direction serait de l'Est 38° Nord, à l'Ouest 38° Sud ; cette dislocation, que nous avons dé-

signée sous le nom de *Système brésilien* (1), s'étendrait du 16e au 27e de latitude Sud, ou sur près de 300 lieues de longueur, ce qui en montrerait l'importance.

CHAPITRE II.

PREMIÈRE GRANDE ÉPOQUE DU MONDE ANIMÉ.

TERRAINS PALÉOZOIQUES.

Première apparition des plantes ; de toutes les classes d'animaux vertébrés, annelés, mollusques et rayonnés, excepté les *Oiseaux*, les *Mammifères* et les *Myriapodes*, c'est-à-dire de 16 sur 19 classes.

Règne des classes de *Mollusques céphalopodes* et *brachiopodes*, des ordres de *Poissons ganoïdes* et *placoïdes*, des *Crustacés trilobites*, des *Crinoïdes fixes*, des *Plantes acrogènes*.

§ 1653. **Synonymie.** *Palæozoïc series*, Phillips, Murchison, Morris; *Terrains de transition* et une partie des *terrains secondaires* de Werner; une partie du 6e groupe du *grès rouge*, le 7e groupe *carbonifère*, le 8e groupe de la Grauwake, et le 9e groupe *fossilifère inférieur* de M. de la Bèche. *Terrains hémilysiens* de M. d'Omalius d'Halloy. *Terrains izémiens abyssiques* et *terrains hémilysiens* de M. Brongniart.

Nous conservons à cette première époque du monde animé, le nom de *Paléozoïque*, donné par M. Phillips, parce qu'il rappelle la naissance des plus anciens êtres connus. Nous lui conservons également la circonscription adoptée par M. Murchison et par les autres géologues anglais ; c'est-à-dire que nous la faisons commencer avec les premières couches de l'animalisation, et de là jusqu'à l'étage permien inclusivement. De cette manière, elle aurait pour base les terrains azoïques, et pour limite supérieure les terrains triasiques. Ainsi circonscrits, ces terrains forment un ensemble non-seulement bien tranché, comme grande époque géologique, mais encore parfaitement caractérisé par les grands traits de la zoologie et de la botanique stratigraphique.

§ 1654. **Extension géographique.** (Voyez les étages 1, 2, 3 et 4 de notre carte, fig. 408, pour leur étendue en France et en Angleterre.) Comme le démontreront les détails donnés sur les étages en particulier, l'ensemble des terrains paléozoïques se trouve représenté partout. En Europe, la France, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, l'Angleterre, la Belgique,

(1) Voyez *Géologie de l'Amérique méridionale*, page 223. Voyez aussi notre carte spéciale des divers âges de l'Amérique Méridionale.

l'Allemagne, la Russie, en offrent de vastes surfaces ; en Afrique, le cap de Bonne-Espérance ; en Asie, la Chine, l'Asie-Mineure ; en Australie, Van Diémen, la Nouvelle-Hollande et la Nouvelle-Zélande en présentent encore d'immenses lambeaux. En Amérique, ils occupent aussi bien la portion méridionale que la portion septentrionale. En résumé, les terrains paléozoïques s'étendent sous la zone torride, et vers les pôles, du côté austral jusqu'au 53e de latitude Sud, et du côté boréal jusqu'au 80e degré de latitude Nord ; ainsi ces terrains se trouveraient sur le monde entier.

§ 1655. **Division des terrains paléozoïques en étages.** L'étude comparative des limites des faunes fossiles avec les limites données par la superposition nous a démontré que les terrains paléozoïques se divisent naturellement en quatre groupes parfaitement définis et circonscrits, par M. Murchison, dans ses importants travaux sur l'Angleterre et sur la Russie. En effet, en coordonnant tous les matériaux connus de la science, nous avons vu partout les éléments paléontologiques rentrer dans ces quatre groupes. Nos études sur l'Amérique méridionale, les savantes recherches des géologues américains relatives aux États-Unis, jointes aux judicieuses comparaisons faites par notre ami M. de Verneuil, nous ont prouvé non-seulement que les faits concordent parfaitement sur tous les points, mais encore qu'il n'est pas possible de diviser l'ensemble autrement, attendu que ces limites, partout les mêmes, sont, dès lors, l'expression des révolutions survenues dans un ordre chronologique constant sur la terre entière.

En commençant par les plus inférieures, ces divisions sont les suivantes : Étages

Fig. 339. Terrains paléozoïques.

silurien, *devonien*, *carbonifèrien* et *permien*. La synonymie de chacun d'eux démontrera comment les faits nous amènent à les circonscrire (Voyez la coupe de ces étages, d'après M. Murchison, fig. 339).

§ 1656. **Stratification.** Comme on peut le voir à l'étage silurien, lorsqu'il n'a rien manqué à l'ensemble, le premier étage paléozoïque repose soit sur les roches azoïques, soit sur les roches granitiques, comme en France, dans la Vendée, la Bretagne et la Normandie, en Bohême, en Russie, en Suède, dans les deux Amériques. On peut donc croire que les terrains paléozoïques ont régulièrement succédé aux roches azoïques. D'un autre côté, nous ne voyons pas l'étage silurien reposer toujours sur les roches azoïques ; nous trouvons, au contraire, tantôt le second étage, tantôt le troisième ou le quatrième, suivant qu'il manque un ou plusieurs étages sur ces différents points, ce qui constitue la profonde discordance qui sépare les terrains paléozoïques des terrains azoïques. Ainsi, les terrains paléozoïques ont bien succédé régulièrement aux terrains azoïques, mais ils forment certainement chacun en particulier une époque très-distincte.

§ 1657. **Groupement des étages paléozoïques.** Le groupement des étages, aussi bien que les caractères paléontologiques communs, peuvent donner la certitude que les terrains paléozoïques constituent un ensemble distinct. On voit tous les étages les uns sur les autres en France, dans l'Hérault. En jetant les yeux sur la belle carte géologique de l'Angleterre de M. Murchison, on y voit aussi se succéder régulièrement, dans le pays de Galles, presque de l'ouest à l'est, sur toutes les parties occidentales de l'Angleterre, les étages Silurien (1, *a*, fig. 408), Devonien (2, fig. 408), Carbonifèrien (3, même figure) et Permien (étage 4e), en couches concordantes ou discordantes. Quoique les choses soient moins bien tracées, on peut entrevoir une succession à peu près semblable en Allemagne. La même succession régulière des cinq étages superposés se montre en Russie, en Suède, et y succède comme en Angleterre, c'est-à-dire de l'ouest à l'est, en partant de la Suède, et s'avançant vers le centre de la Russie. Il en est ainsi, mais en sens contraire, de l'est à l'ouest sur le versant occidental de l'Oural. Nous avons constaté une régularité semblable sur tous les points de la Bolivia, dans l'Amérique méridionale, où nous avons rencontré les terrains paléozoïques. Ces faits généraux de superposition viennent corroborer le groupement de tous ces étages dans une seule et même grande période.

§ 1658. **Séparation des étages.** Si les parties du monde où il ne manque aucun membre des terrains paléozoïques nous les font réunir en un seul groupe, des discordances partielles nous donnent les limites réelles qui existent entre les quatre étages, comme on pourra le reconnaître à chacun en particulier. On voit, par exemple, aux États-Unis, les

trois premiers seulement exister en couches concordantes sur des centaines de lieues d'extension, sans qu'il y ait trace du dernier; on voit dans la Sarthe et dans la Manche, en France, les mêmes étages. D'autres fois, on ne trouve que les étages Devonien et Carbonifèrien, comme à Ferques (Pas-de-Calais), comme en Espagne, ou l'un d'eux seulement, comme en Norwége, en Suède, en Russie, en France, ou dans quelques autres contrées, que nous signalons aux étages. Ce sont ces irrégularités de superposition, dénotant autant de perturbations géologiques partielles, supérieures ou inférieures à ces étages isolés, ou avec des lacunes, qui nous donnent les véritables limites de ces étages lorsqu'ils sont en superposition concordante. Cela est si vrai, que la paléontologie spéciale de ces portions isolées, comparées aux étages en superposition concordante, correspond toujours aux limites qu'on trouve dans l'ensemble des faunes superposées, sur ces parties concordantes. Elle peut donc servir, par comparaison, à les limiter dans ce dernier cas.

§ 1659. **Composition minéralogique.** En parcourant les étages paléozoïques, on voit combien sont variables, dans chacun en particulier, les caractères de la composition minéralogique des couches. On sera dès lors certain que ces caractères ne sont applicables qu'à des régions très-restreintes et voisines les unes des autres, tandis que ces caractères changeront suivant les lieux et suivant les couches. En effet, si des grès peuvent servir à faire reconnaître un étage sur un point, sur d'autres ce seront des calcaires ou des schistes. Il en résulte que, pour chaque étage, il n'y a pas de caractères minéralogiques particuliers, et moins encore pour l'ensemble. Il faudra même bien se garder de vouloir établir le moindre parallélisme dans les couches de deux lambeaux séparés, avant de s'assurer si les fossiles concordent avec ce parallélisme; car on pourrait facilement identifier deux âges différents. Nous insistons sur cette remarque, étant le plus sûr moyen de se tromper, de partir de la composition minéralogique seule pour placer des couches séparées par une grande distance sur un même niveau géologique, sans consulter les fossiles, qui sont les véritables preuves d'une parfaite contemporanéité.

§ 1660. **Puissance des étages.** Si nous avions à additionner la puissance de chaque étage pour avoir une seule somme, nous trouverions pour l'étage Silurien 5,200 mètres, pour l'étage Devonien 3,050 mètres, pour l'étage Carbonifèrien 3,000 mètres, pour l'étage Permien 1,000 mètres, ou un total de 13,150 mètres d'ensemble; mais cette épaisseur ne serait pas vraie : car il est certain que les mers, ayant souvent changé de forme, de lit ou de profondeur, peut-être à chaque étage, les plus grandes masses sédimentaires se sont toujours naturellement, par suite

du nivellement constant, déposées sur les points les plus profonds, qui devaient de toute nécessité changer de place à chaque époque. Il ne serait donc pas juste d'additionner ces grandes puissances de sédiments, qui devaient s'accumuler à chaque étage sur des points différents.

§ 1661. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** — On conçoit que nous ne puissions entrer ici dans aucun détail, les faits appartenant aux étages. Nous dirons seulement, comme faits généraux, qu'à chacun des étages nous avons trouvé qu'il existait des continents et des mers, que les continents étaient couverts de végétation; que les mers avaient des points littoraux, des parties sous-marines voisines des côtes, et des parties sous-marines plus profondes avec des animaux spéciaux à ces zones, absolument comme les mers d'à présent; et qu'enfin elles étaient soumises à toutes les influences physiques que nous avons énumérées aux causes actuelles (§§ 73 à 143). On reconnaît encore que ces mers et ces continents étaient soumis aux mêmes oscillations du sol que nous voyons exister aujourd'hui dans le nord de l'Europe, ou sur beaucoup d'autres points depuis l'époque actuelle (§ 2542).

§ 1662. La présence des végétaux fossiles, et dès lors de la houille, à chacune des cinq époques des terrains paléozoïques, prouve non-seulement ce que nous venons d'avancer, qu'il y avait des continents à chacune de ces époques, mais encore qu'il ne faut pas chercher de la houille seulement dans l'étage carboniférien. En effet, le charbon de terre s'exploite en Portugal dans l'étage silurien; en Espagne, les mines les plus riches paraissent dépendre de l'étage devonien, tandis qu'on l'a également signalé dans l'étage permien, en Saxe. Ces faits prouvent que si les dépôts houillers sont plus fréquents dans l'étage carboniférien, les autres étages paléozoïques peuvent fournir aussi leur part de houille à l'industrie et aux arts. Il faudra donc la rechercher dans tous les terrains paléozoïques.

§ 1663. **Caractères paléontologiques.** Nous n'avons pas pu employer les caractères minéralogiques pour distinguer les terrains paléozoïques (§ 1659). On a même vu que la superposition était subordonnée à l'étude paléontologique pour reconnaître l'âge des lambeaux isolés, ou les limites des étages concordants. C'est donc de la paléontologie seulement que nous devons tirer les caractères distinctifs appelés, dans toutes les circonstances, à faire séparer les terrains paléozoïques des terrains triasiques qui suivent immédiatement.

§ 1664. **Caractères négatifs tirés des genres.** Pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques, nous avons tous les genres, qui, nés pendant la période triasique, sont encore inconnus aux terrains paléontologiques; par exemple, les 16 genres de reptiles de notre

tableau n° 3 ; 9 genres de poissons ; parmi les mollusques céphalopodes, 3 genres de nos tableaux n°s 5 et 6 ; parmi les mollusques gastéropodes, 6 genres de notre tableau n° 7 ; parmi les mollusques lamellibranches, 10 genres de notre tableau n° 8 ; parmi les Bryozoaires, le genre *Aspendesia* ; parmi les Échinodermes, 6 genres de nos tableaux n°s 11 et 12 ; parmi les Zoophytes, 12 genres de notre tableau n° 13 ; parmi les Amorphozoaires, 8 genres de notre tableau n° 15 ; c'est-à-dire, en tout, 71 genres nés dans les terrains triasiques postérieurement aux terrains paléozoïques. Si nous ajoutons les caractères généraux, nous verrons encore au nombre des caractères négatifs des terrains paléozoïques le manque complet des classes des mammifères, des oiseaux, des ordres de poissons cycloïdes, cténoïdes et pleuronectoïdes ; de crustacés décapodes, stomapodes, amphipodes, isopodes ; de reptiles chéloniens, etc., etc. En résumé, pour distinguer les terrains paléozoïques des autres terrains, nous avons, en réunissant toutes les séries animales, environ 1,117 genres qui peuvent donner des caractères négatifs, puisqu'ils sont encore inconnus à cette époque.

§ 1665. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** On conçoit que si nous avons invoqué l'absence des genres comme caractère stratigraphique, leur présence sera plus positive encore pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques. Nous avons donc, pour séparer les deux étages, tous les genres qui, nés dans les terrains paléozoïques, n'ont pas survécu à ces terrains, et sont encore inconnus aux terrains triasiques : le genre *Nothosaurus* parmi les reptiles ; les 31 genres de poissons placoïdes ; les 31 genres de poissons ganoïdes ; un nombre considérable de genres composant l'ordre des Trilobites. Parmi les mollusques céphalopodes, les 17 genres inscrits dans notre tableau n° 5 ; parmi les mollusques gastéropodes, les 7 genres de notre tableau n° 7 ; parmi les mollusques lamellibranches, les 5 genres de notre tableau n° 8 ; parmi les mollusques brachiopodes, les 14 genres de notre tableau n° 9 ; parmi les mollusques bryozoaires, les 18 genres de notre tableau n° 10 ; parmi les Échinodermes astérides et échinoïdes, les 4 genres de notre tableau n° 11 ; parmi les Échinodermes crinoïdes, les 40 genres de notre tableau n° 12 ; parmi les Zoophytes, les 36 genres de notre tableau n° 13 ; parmi les Foraminifères, le genre *Fusulina* ; parmi les Amorphozoaires, le genre *Palæospongia*. Ces genres forment un total de 323 caractères positifs qu'on peut invoquer pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques. Ce sont ces genres qui donnent à l'ensemble de la faune un caractère particulier, un facies qui ne peut manquer d'être remarqué, quand on compare entre elles les faunes des différents terrains. Ce facies particulier de la faune paléozoïque naît non-seulement des genres de chaque série animale qu

y sont propres, mais encore du nombre dominant des genres de telle classe, de tel ordre en particulier. Par exemple, nous pouvons dire que les terrains paléozoïques sont le règne des *Poissons ganoïdes* et *placoïdes*, des *Crustacés trilobites*, des *Mollusques céphalopodes* et *brachiopodes*, des *Échinodermes crinoïdes*, parce que ces classes et ces ordres d'animaux ont atteint, pendant cette période, le maximum de leur développement de formes génériques; étant alors plus nombreux et plus variés dans leurs formes qu'ils ne l'ont été plus tard. Il est même un ordre, celui des *Crustacés trilobites*, dont les genres non-seulement sont très-nombreux dans les terrains paléozoïques, mais encore naissent et disparaissent tous dans ces terrains, aucun n'arrivant jusqu'aux terrains triasiques. Ces résultats, que tout le monde peut apprécier, prouveront péremptoirement, nous le croyons, le cantonnement des formes animales dans des zones superposées. En présence de ces faits et de tous ceux que nous avons donnés ou que nous donnerons encore, il faudrait être aveugle ou vouloir nier l'évidence pour ne pas voir, dans les éléments paléontologiques, les moyens les plus positifs d'arriver à la connaissance des âges successifs du monde.

M. Adolphe Brongniart considère cette période, sous le rapport des caractères de sa flore, comme le règne des *Plantes cryptogames acrogènes*, c'est-à-dire comme l'instant où ces plantes ont eu leur maximum de développement, où elles dominaient au milieu de la végétation de cette époque. On voit que la botanique arrive à des résultats identiques à ceux que donne la zoologie. Comment alors pourrait-on nier ces résultats indépendants les uns des autres et convergeant vers les mêmes conséquences?

§ 1666. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** S'il pouvait rester quelques doutes sur les zones chronologiques superposées d'animaux qui se sont succédé dans les étages et dans les terrains successifs du globe, la distribution des espèces viendrait les lever entièrement. Nous avons, en effet, pour distinguer les terrains paléozoïques des terrains triasiques, indépendamment de nombreux animaux vertébrés, de plus nombreux animaux annelés, et de toute une flore spéciale composant un ensemble de près d'un millier d'espèces, le chiffre considérable de 3,180 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, énumérées dans notre *Prodrome de paléontologie stratigraphique*. Le fait de la spécialisation par zones est d'autant plus certain, que ces 3,180 espèces ne sont pas seulement spéciales aux terrains paléozoïques, qu'elles distinguent parfaitement des terrains triasiques dans lesquels aucune ne passe, mais qu'elles se divisent encore, suivant l'ordre chronologique des étages, en zones superposées, distinctes, constituant des étages. En décomposant ce chiffre total, nous trouvons, effectivement, dans l'ordre chronologique, les nombres suivants :

Étage silurien	inférieur	426	espèces (1).
	supérieur	418	—
Étage devonien		1,198	—
Étage carbonifèrien		1,047	—
Étage permien		91	—
	Total égal	3,180	espèces.

§ 1667. **Chronologie historique.** Nous avons laissé la terre consolidée subissant une dernière rupture de sa surface à la fin de la période azoïque (§ 1652). Combien de siècles se sont encore écoulés avant que le globe ne soit peuplé? Nous l'ignorons complétement; néanmoins, nous devons croire, par la puissance des couches inférieures des terrains paléozoïques souvent sans fossiles, que les êtres n'ont pas commencé à paraître immédiatement, et qu'il a fallu encore que les mers et les continents fussent appropriés à l'animation qui devrait les couvrir. Il fallait que les continents fussent devenus stables, que les mers fussent circonscrites, que la température fût propre à l'animation. Enfin la toute-puissance créatrice se met à l'œuvre; les continents se couvrent de végétaux; les mers renferment dans leur sein de nombreux animaux. Tous ces êtres ont-ils été créés à la fois ou successivement? Ont-ils couvert tout le globe à la fois; ou se sont-ils répandus peu à peu dans les mers? Telles sont les deux graves questions que nous devons d'abord nous adresser, en cherchant à y répondre. Pour que l'harmonie de l'ensemble existât dans la nature, il fallait que tous les êtres fussent créés à la fois, car tous vivent aux dépens les uns des autres. On sait que beaucoup d'animaux vivent de débris de végétaux, et que le plus grand nombre se nourrissent d'êtres plus petits; c'est au moins la loi générale actuelle. Ce fait doit faire croire *à priori* que les plantes et les animaux ont été créés à la fois. C'est aussi ce que présente la nature ancienne, puisque les mêmes couches renferment simultanément un grand nombre d'animaux de toutes les classes et des plantes marines. La première question semblerait donc être résolue, par le raisonnement aussi bien que par les faits, dans le sens d'une création générale simultanée. Pour répondre à la seconde question, les faits viendraient encore prouver que, lors de cette première animalisation du globe, comme à toutes les créations successives qui ont suivi, les êtres ont été créés partout à la fois; car on trouve, sur tous les points du globe, les mêmes êtres dans les mêmes étages, quelle que soit, du reste, la distance des points entre eux; et les formes animales nées en Europe avec la première anima-

(1) D'après ce que nous avons entrevu, les recherches de M. Barande, sur la Bohême, doivent considérablement augmenter les faunes de l'étage silurien inférieur et supérieur.

lisation du globe sont identiques à celles qu'on trouve dans les autres parties du monde, comme on pourra le voir aux étages. Nous devons d'autant plus le croire, que les mêmes résultats se montrent à chacun des étages qui se sont succédé depuis le commencement du monde animé jusqu'à présent, et notamment quatre fois dans les terrains paléozoïques dont nous nous occupons.

Pris dans leur ensemble, sans avoir égard aux étages, sur lesquels nous reviendrons, les terrains paléozoïques avaient des continents et des mers. Les mers couvraient une grande partie du monde; les continents devant être moins élevés, on peut penser que ces mers couvraient une plus grande étendue que de nos jours. Elles s'étendaient aussi bien sous la zone torride que vers les pôles. Elles nourrissaient, sur leurs bords, des plantes marines, et déjà quelques reptiles sauriens respirant l'air en nature; un grand nombre de poissons généralement cuirassés et de forme souvent bizarre, parcourant les rivages et les hautes mers, où vivaient un grand nombre de Crustacés trilobites, des Cirrhipèdes, des Annélides et autres animaux respirant par des branchies. Les mollusques céphalopodes les plus parfaits de cet embranchement d'animaux étaient à leur maximum de développement, de même que les Brachiopodes et les Échinodermes crinoïdes. Toutes les classes marines y étaient représentées dans ce premier ensemble, et il n'y manquait aucune des formes types de classes que nous avons aujourd'hui; toutes soumises aux mêmes lois que les êtres actuels par rapport à leurs zones de profondeur dans les mers.

Il n'y avait pas moins d'animation sur les continents : des Insectes nombreux respirant l'air en nature par des trachées, des Arachnides respirant par des poumons, animaient de leurs brillantes couleurs des sites où se déployait tout le luxe de la végétation. Ici des Fougères des plus variées, d'une taille gigantesque; là des Sigillariées de grande taille formaient des forêts, tandis que le sol était couvert, sur les points, de Lycopodiacées d'autres plantes les plus variées, parmi lesquelles dominent les Cryptogames acrogènes.

En résumé, dans cette première période de l'animation du globe, toutes les classes d'animaux marins et terrestres avaient déjà des représentants, excepté les Mammifères, les Oiseaux et les Myriapodes. Tous les modes différents de respiration des êtres existaient : l'eau par des branchies, l'air en nature au moyen de trachées ou de poumons. Les plantes cryptogames, acrogènes et amphigènes; des Plantes dicotylédones, gymnospermes et angiospermes y existaient, et peut-être des plantes monocotylédones.

Les mêmes êtres, les mêmes plantes s'étendaient, pendant cette période, depuis la zone torride jusqu'aux deux pôles, puisqu'on trouve

des plantes à l'île Melleville, et des animaux au Spitzberg, aussi bien que sous les tropiques. On doit en conclure qu'alors la température était uniforme sur le globe par suite de la chaleur propre à la terre, et que les lignes isothermes actuelles n'existaient pas encore (§ 114).

Les oscillations du sol sont démontrées par les parties continentales avec leurs végétaux, placées, durant la même époque, plusieurs fois sous des couches marines (§ 1753). Elles ont existé dans chacun des étages de l'époque paléozoïque, et sont même là plus marquées qu'ailleurs, surtout dans l'étage carboniférien.

Enfin, à quatre reprises différentes durant cette période, des perturbations géologiques (§ 166), plus énergiques que les oscillations, sont venues disloquer la croûte terrestre. Le déplacement des matières dans les eaux a déterminé l'envahissement complet des continents et une immense agitation dans les mers, qui ont détruit tous les êtres. Quatre fois aussi, après l'agitation générale, le repos est revenu ; les continents sont restés stables; les mers sont rentrées dans leurs limites, et une nouvelle création a remplacé l'ancienne : création composée, souvent, des mêmes genres, avec quelques modifications ; mais toujours d'espèces presque toutes différentes, comme on peut le juger aux étages et en étudiant leurs faunes comparatives.

A chacune de ces commotions géologiques la croûte terrestre fracturée, disloquée, a livré passage aux roches plutoniques, qui, alors, ont surgi à la surface, rempli en filons, en dyques les fissures préexistantes, ou se sont répandues plus ou moins, sur le sol consolidé, près de ces ouvertures béantes laissées par les dislocations. Voici, du reste, la nomenclature et les caractères des principales roches plutoniennes qui ont surgi à la surface de la terre pendant cette période, à la fin de chacun des cinq étages paléozoïques en particulier (1).

Roches plutoniennes contemporaines des terrains paléozoïques.

Roches feldspathiques.

Le *Granit*, déjà cité aux Roches azoïques (§ 1642).

La *Syénite*, également citée aux Roches azoïques (§ 1645).

§ 1668. **Porphyres syénitiques** (le *Porphyre rouge* antique, *Mélaphyre* de M. Brongniart). Composée d'une base de pétrosilex amphibolique de couleur variée, avec des cristaux de feldspath et d'amphibole, cette roche formerait une Syénite, si ses éléments étaient apparents. Elle constitue des épanchements dans les étages inférieurs de ces terrains.

(1) Nous avons déjà dit que pour l'unité des noms, des caractères et des âges des roches, nous avons suivi, dans cet ouvrage, les savants travaux de M. Cordier.

§ 1669. **Porphyre pétrosiliceux** (partie des *Porphyres noirs*, ou *Mélaphyres* de M. Brongniart; partie du *Porphyre* de M. d'Omalius). Pâte de pétrosilex, ou feldspath compacte, quelquefois pur ou quartzifère, contenant des grains ou cristaux de feldspath et de quartz. On trouve cette roche de l'étage silurien jusqu'à l'étage carbonifèrien.

§ 1670. **Porphyre pyroméride** (*Porphyre orbiculaire*). Roche à pâte pétrosiliceuse, enveloppant des parties globulaires, composées de feldspath et de quartz, radiées ou compactes. Cette roche est commune en Corse.

Roches amphiboliques.

§ 1671. **Porphyre dioritique.** (M. Cordier y place une partie de *Mélaphyre* ou *Porphyre noir* de quelques géologues, qui confondent dans les roches compactes les pâtes pyroxéniques et amphiboliques.) Cette roche, composée d'une pâte amphibolique, compacte, avec des cristaux visibles de feldspath et d'amphibole, se trouve en amas transversaux dans les étages inférieurs.

§ 1672. **Porphyre protogénique.** Il est composé d'une pâte formée de talc et de feldspath, au milieu de laquelle sont disséminés des cristaux de feldspath; la couleur en est, le plus souvent, verdâtre. Il forme des amas transversaux.

Roches pyroxéniques.

§ 1673. **Ophitone.** (*Granit ophitique*, partie de la *Dolérite* de M. d'Omalius; *Ophite varié* de M. Brongniart.) Roche grenue, tenace, composée de pyroxène vert, de feldspath granulaire coloré en vert par la matière pyroxénique, et d'un peu de terre verte, tendre, qui paraît être de la chlorite. Elle forme des amas transversaux dans les premiers étages de cette période.

§ 1674. **Aphanite.** (Partie du *Trapp*, du *Trappite* et des *Cornéennes* de divers géologues.) Pâte verdâtre, résultant de la diminution du volume des parties feldspathiques et pyroxéniques de l'*Ophitone*, qui, dans cette roche, passent à l'état compacte, ce qui lui donne l'apparence homogène. M. Cordier pense que quelques géologues ont pris, et prennent encore, la matière pyroxénique de cette roche et de la suivante pour de l'amphibole. Suivant ce savant, l'Ophanite fond en émail verdâtre, tandis que les roches amphiboliques compactes fondent en brun noirâtre. En amas transversaux dans les premiers étages des terrains paléozoïques.

§ 1675. **Ophite.** (Comprenant une partie du *Mélaphyre*, ou *Porphyre noir*, de M. Brongniart; le *Mélaphyre* de M. d'Omalius, partie de l'*Ophite*, ou *Porphyre vert*, de M. Brongniart; l'*Ophite antique*; le *Serpentino verde antico* des Italiens.) C'est la même pâte que l'Aphanite, au milieu de laquelle sont enclavés des cristaux de feldspath, et quelquefois de

pyroxène, visibles à l'œil nu. En amas transversaux pendant les premiers étages de ces terrains.

Ier Étage. SILURIEN. Murchison.

§ 1676. **Dérivé du nom.** M. Murchison, en créant le nom de *Silurien* pour cet étage, qu'il venait de tirer du néant, l'a fait dériver du nom d'une petite peuplade (les *Silures*) du pays de Galles, qui, lors de l'invasion des Romains dans la Grande-Bretagne, se défendit avec beaucoup de vaillance. Ce nom, pris en dehors de toute composition minéralogique, indépendant des fossiles, nous a paru une très-heureuse innovation; aussi nous sommes-nous empressé d'adopter et de nous servir de ce principe comme point de départ de nos noms d'étages nouvellement circonscrits, et comme modèle de terminaison euphonique.

§ 1677. **Synonymie.** *Terrains de transition inférieur et moyen* (*Cumbrien*), de MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy; *Système cambrien*, de M. Sedgwick; étages *Phylladique* et *Ampélitique*, de M. Cordier; *Formation snowdonienne*, *Formation caradocienne*, *Terrains schisteux*, de M. Huot; *Groupe fossilifère inférieur*, *Groupe de la Grauwacke*, de M. de la Bèche; *Calcaire de transition*, de M. Léonhardt; *Terrain ardoisier*, de M. d'Omalius d'Halloy.

§ 1678. **Limites géologiques.** Peut-être nous blâmera-t-on d'avoir réuni les systèmes cambrien et silurien sous un même nom et dans un même étage; mais si l'on veut considérer notre manière rigoureuse d'envisager la circonscription des étages (§ 1610), qui, pour nous, ne sont que des époques analogues à l'époque actuelle, on sera forcé de convenir que nous ne pouvions considérer comme étage les parties inférieures de l'époque silurienne dont on a formé le système cambrien. Déjà l'on a reconnu que le système cambrien de M. Sedgwick n'est, par les fossiles qu'il renferme, qu'une dépendance de l'étage silurien. Nous croyons qu'il en est ainsi de la partie inférieure des roches stratifiées non cristallisées, auxquelles on réserve encore le nom de cambrien. C'est seulement pour nous, d'après tout ce que nous avons pu observer, la partie inférieure, souvent sans fossiles, de l'étage silurien. D'ailleurs les belles recherches des géologues des États-Unis, et celles de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling sur la Russie, prouvent que les premières couches fossilifères, si étendues de ces vastes régions, sont, comme nous aussi l'avons reconnu sur des centaines de lieues dans l'Amérique méridionale, des dépendances certaines de l'étage silurien; et qu'alors rien dans ces lieux, où cependant l'étage silurien est le mieux représenté, ne pourrait être pris pour l'étage cambrien. Ce sont ces motifs qui nous portent à les réunir. Tel que nous

circonscrivons l'étage silurien, il renferme toutes les premières couches fossilifères du globe qu'on rencontre sur les roches azoïques, jusqu'aux parties inférieures de l'étage devonien.

§ 1679. Avant les savantes investigations de sir Roderick-Impey-Murchison, les premières couches fossilifères du globe, qu'on avait l'habitude de nommer *Terrains de transition*, étaient réellement dans le chaos. On doit donc à l'illustre géologue anglais d'avoir jeté une vive lumière sur cette première période de l'histoire de notre planète. A la suite de recherches prolongées, en se servant à la fois de la superposition rigoureuse des couches, et de la distribution non moins rigoureuse des corps organisés qu'elles renferment, M. Murchison a reconnu que l'étage silurien d'Angleterre se compose toujours de deux séries de couches superposées et bien distinctes, renfermant chacune sa faune presque spéciale. Il désigna les couches inférieures sous le nom de *Lower-silurian* (Silurien inférieur), et les couches supérieures sous le nom d'*Upper-silurian* (silurien supérieur), divisions qui, appuyées qu'elles sont sur la paléontologie positive, se retrouvent identiquement les mêmes sur tous les points où l'étage silurien a été rencontré. Nous n'avons pas le moindre désir de rien changer aux divisions solidement établies par M. Murchison ; et si, dans nos tableaux, nous avons désigné le silurien supérieur sous le nom de *Murchisonien*, nous ne l'avons fait que pour perpétuer le nom de celui qui a doté la géologie d'un de ses plus importants résultats stratigraphiques. Nous l'avons fait, de plus, afin de suivre, pour l'étage silurien, une marche régulière et conforme à celle que nous avons adoptée pour les autres âges géologiques (§ 2199); et pour faire disparaître la confusion et l'équivoque qui pouvaient naître de l'application des noms de *supérieur* et d'*inférieur* à de vastes ensembles de couches, qui se divisent encore en parties inférieures et supérieures. Ce sont donc, en tous points, les divisions établies par M. Murchison que nous suivons relativement à cet étage.

A. Silurien inférieur, Murchison.

Première apparition, sur le globe, des Animaux vertébrés, annelés, mollusques et rayonnés.

Règne de l'ordre des Céphalopodes acétabulifères, et de la famille des Crinoïdes cystidæ.

Zone du *Calymena Fischeri* et *Punctata*, du *Trinucleus caractaci*, du *Melia communis*, du *Straparollus Quartierianus*, du *Lingula longissima*, du *Strophomena alternata*, de l'*Orthis lynx*, etc., etc.

Types français à Angers (Maine-et-Loire), à Vitré (Ille-et-Vilaine). *Types anglais* dans le Caradoc, à Horderley, etc.

§ 1680. **Extension géographique.** L'étage silurien inférieur se montre

en France, principalement sur le grand massif de la Bretagne. Dans la carte géologique de France, on en voit des lambeaux à Rosnay, à Saint-Gilles (Vendée), et une vaste surface comprise entre Brissac, Angers (Maine-et-Loire), Châteaubriant (Loire-Inférieure), la Gacilly, Malestroit, Moréac (Morbihan), Château-Gontier (Mayenne), Vitré, Rennes, Mauron, Bains (Ille-et-Vilaine), et s'étendant ensuite dans le département des Côtes-du-Nord, à Uzel, à Carhaix, et dans une partie du Finistère. On le trouve encore à Saint-Victeur, près de Fresnay (Sarthe), dans la Manche, à Siouville. (Voyez, pour l'étage silurien, les parties marquées (1) dans la *fig.* 408.) Une bande peu déterminée comme âge paraît occuper une ligne presque parallèle dans les Basses-Pyrénées, les Hautes-Pyrénées, l'Ariége et les Pyrénées-Orientales. Un autre lambeau se montre dans le département du Rhône, près de Tarare, à l'extrémité nord du massif central.

En Angleterre (parties 1 *a* de la *fig.* 408), d'après la carte géologique de M. Murchison, l'étage silurien inférieur s'étend sur une large surface en arc qui occupe la partie ouest du pays de Galles. Il part de Saint-Davids, comprend une portion des provinces de Pembroke, de Caermarthen, de Cardigan, de Brecknock, de Radnor, de Montgommery, de Merioneth, de Caernarvon, jusqu'à la mer et à l'île d'Anglesey. Il reprend ensuite au nord et couvre le centre du Cumberland et du Westmoreland. En Espagne, l'étage est bien développé dans la Sierra Morena, dans les Asturies; en Portugal, à Vallongo. Les importantes recherches de M. Barande en démontrent l'existence sur une vaste surface des environs de Prague et de Beraun, en Bohême. MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling ont trouvé qu'il occupe l'île d'Œland, dans la Baltique; forme, en Esthonie, une bande à peu près parallèle à la côte méridionale du golfe de Finlande, passe sous les villes de Revel, de Narva, de Saint-Pétersbourg; et, se dirigeant de l'ouest sud-ouest à l'est nord-est, va se perdre sous de vastes dépôts de détritus, entre les lacs Ladoga et Onéga. Une autre bande suit le versant occidental de la chaîne de l'Oural sur presque toute son étendue. M. Frappolli l'a signalé dans le Hartz à Elbingerode.

L'Amérique septentrionale en offre, d'après les travaux consciencieux des géologues de ces pays, une surface aussi grande que l'Europe : en effet, l'étage silurien s'étend, du nord au sud, du Canada jusqu'à la province d'Alabama, et, de l'est à l'ouest, depuis le Maryland et New-York, jusqu'aux prairies. Dans l'Amérique méridionale, il occupe une étendue non moins considérable. Nous l'avons retrouvé sur tout le versant oriental et sur les plateaux des Andes boliviennes, depuis la province de Muñecas, au nord de la Paz, jusqu'auprès de Santa-Cruz de la Sierra, d'un côté, Potosi et Chuquisaca, de l'autre, ou sur plus de

200 lieues. D'autres vastes lambeaux se voient au sud de la province de Chiquitos près de la frontière du Brésil. Le Brésil lui-même en offre aussi de très-grandes surfaces dans la province de Minas-Géraès. M. le capitaine James Alexander l'a signalé au nord de la colonie du cap de Bonne-Espérance.

§ 1681. **Superposition.** (Voyez étage 1 *a* dans la coupe *fig.* 339.) Sur beaucoup des points où l'on a pu reconnaître la superposition immédiate de l'étage silurien, on l'a rencontré reposant sur les roches stratifiées azoïques ou sur les roches granitiques. On peut voir cette superposition en France, dans le département de la Vendée, à Rosnay, à la Motte-Achard, près de Saint-Gilles ; dans les départements de Maine-et-Loire, de la Mayenne, du Morbihan, du Finistère, des Côtes-du-Nord, de la Manche, du Calvados, de l'Orne et de la Sarthe. Les travaux de M. Barande sur la Bohême montrent, de plus, une stratification presque concordante entre les roches azoïques et les roches siluriennes. La belle carte géologique de la Russie nous donne la preuve que la superposition est la même qu'en France, presque partout où se trouve l'étage silurien, en Suède, en Russie et dans l'Oural. On peut voir, dans notre carte géologique de la République de Bolivia, que le même fait existe à l'ouest de la province de Chiquitos, où l'étage silurien repose sur les roches azoïques. L'Amérique septentrionale, dans la carte de M. Lyell, le montre également depuis l'État d'Alabama jusqu'au Canada, au nord et à l'est de l'étage silurien. On doit conclure de cette superposition générale que l'étage silurien a succédé régulièrement aux couches azoïques qu'il recouvre.

§ 1682. **Discordance inférieure.** Sur les points où l'étage silurien, au lieu d'être sur les roches stratifiées azoïques, se trouve immédiatement sur les roches plutoniques-granitiques, comme dans la chaîne des Andes (Cordillères orientales), dans l'Oural, et dans plusieurs localités de France, on peut voir, au contraire, une discordance tranchée (§ 186); car on a lieu de penser que les roches azoïques manquent sur ces points, ce qui annoncerait un mouvement géologique entre les deux âges, et dès lors un changement d'époque. Une discordance de stratification existe positivement, sur beaucoup de points, entre les roches azoïques et les roches siluriennes, ce qui prouve que ce sont bien deux époques distinctes.

§ 1683. Pour séparer l'étage silurien supérieur, nous avons l'isolement de l'étage silurien inférieur en Norwége, sans l'étage supérieur qui le recouvre ailleurs; ce qui ferait croire qu'une perturbation géologique existe entre les deux, pour limiter les deux séries.

§ 1684. Comme l'étage silurien, depuis qu'il s'est déposé tranquillement dans les mers, a eu non-seulement à souffrir les dislocations qui

ont mis un terme à sa durée, mais encore qu'il a dû être dérangé autant de fois que les dislocations postérieures atteignaient sa surface, il doit être le plus tourmenté; c'est, en effet, ce qu'on remarque quand on étudie ce premier âge du monde, qui ne montre plus que des lambeaux échappés à toutes les révolutions qu'a subies notre globe ou à l'envahissement des sédiments des autres périodes géologiques qui devaient les cacher à nos yeux. L'étage silurien est, sans contredit, le plus disloqué de tous; ses couches, d'horizontales ou de presque horizontales qu'elles ont dû être au moment de leur dépôt, sont plus ou moins relevées, contournées, plissées, et même souvent verticales, comme à Angers. Le sens où ont été déposés les trilobites, parallèlement aux lames schisteuses, font arriver à cette conclusion, lorsqu'on étudie avec soin les vastes exploitations d'ardoises des environs de cette ville. Nous avons rencontré l'étage silurien avec ses fossiles, à la hauteur absolue de 5,000 mètres au-dessus de la mer, dans la chaîne des Andes orientales, entre Cochabamba et le pays des Yuracarès, qui est peut-être le point le plus élevé où l'on ait cité des fossiles marins. Il est évident que des dislocations du sol ont pu seules placer ces restes organisés à une telle élévation; aussi les couches sont-elles, sur ce point, très-tourmentées.

Les lieux où l'étage silurien a le moins souffert sont ceux où ils montrent de grandes surfaces, comme dans le pays de Galles, en Angleterre, et aux États-Unis. On serait tenté de croire que, dans quelques parties de ces surfaces, surtout aux États-Unis ou en Suède, où les strates sont presque horizontales, ces premiers dépôts du monde sont encore, pour ainsi dire, tels qu'ils se sont déposés dans les océans de cette époque; fait très-important à signaler.

§ 1685. **Composition minéralogique comparée.** Pour nous assurer si la composition minéralogique est uniforme, comparons la nature des différentes couches qui composent l'étage silurien d'Angleterre et des États-Unis, où cet âge est le plus développé, en les plaçant dans leur ordre de superposition, les plus inférieurs étant les premiers déposés :

ANGLETERRE.	ÉTATS-UNIS.
Calcaire de Woolhope (*f*, *fig.* 339).	Schistes argileux du groupe d'Hudson-River.
Grès de Shelly. Grès de Caradoc, *g*.	Schistes d'Utica.
Calcaire d'Horderley, *h*.	Calcaire de Trenton.
Schistes calcarifères, *i*.	Calcaire de Black-River.
Calcaire de Landeilo, *k*.	Calcaire siliceux.
Schistes et psammites, *l*.	Grès de Potsdam.

La comparaison de ces différentes natures de roches superposées, qui constituent l'étage silurien inférieur d'Angleterre et des États-Unis,

montre qu'à cette époque comme à présent, des sédiments bien distincts se succédaient sur le même point; ainsi, en Angleterre, sur des dépôts de sable se sont déposés des sédiments fins à base calcaire, des sédiments fins siliceux, des sédiments fins calcaires, puis des sables, et, ensuite, des sédiments fins calcaires, qui, par leur consolidation, ont formé des schistes, des psammites, des calcaires, des schistes, des calcaires, des grès, et enfin des calcaires. Cet exemple, de même que celui des divers groupes qui composent l'étage silurien de l'Amérique septentrionale, où il se trouve, dans le Visconsin, à l'état de grès friable comme dans les terrains tertiaires les plus modernes, et la composition si variée de cet étage en France, où il passe, suivant les lieux, des schistes ardoisiers d'Angers aux grès, prouvent que le caractère minéralogique seul ne peut, en aucune manière, servir à faire reconnaître l'âge de l'etage silurien.

Lorsque l'étage silurien est bien complet, on voit souvent des dépôts considérables, sans aucune trace de fossile, et qui, au commencement de cette époque, ont dû précéder l'animalisation. M. Hall a signalé ces dépôts sur une vaste surface de l'État de New-York. Nous les avions cités quelques années avant dans l'Amérique méridionale, et ils ont été tout récemment reconnus aux environs de Prague (Bohême), par M. Barande. On a même observé que, dans l'Amérique septentrionale et en Bohême, ces couches renferment quelquefois des lits puissants de galets roulés.

Puissance connue. Nous avons trouvé, pour l'étage silurien de Bolivia, 4 à 500 mètres de puissance. En additionnant les différentes couches observées par M. Murchison, on arrive à trouver, à l'étage silurien inférieur, plus de 1,159 mètres de puissance en Angleterre, plus de 1,800 mètres en Pensylvanie (États-Unis); et, suivant M. Barande, plus de 4,000 mètres en Bohême; ce qui annonce une grande durée de la période silurienne.

§ 1686. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Une première conclusion très-importante qu'on peut déduire des sédiments, c'est que les dépôts de cette époque se sont opérés pendant un temps considérable avant l'existence de l'animalisation ; temps durant lequel, néanmoins, la présence des galets en Bohême et aux États-Unis annonce que les sédiments étaient soumis au charriage et aux causes naturelles qui agissent maintenant sous l'influence du mouvement des eaux. Il faut donc croire que ces eaux étaient alors, par suite de la chaleur de la terre, beaucoup trop chaudes pour que l'animalisation pût s'y développer. Ce ne serait, dès lors, que lorsque les conditions propres à la vie se seraient manifestées, que la première création des êtres serait venue la peupler. — La présence ou l'absence des corps flottants, soit animaux vertébrés, soit coquilles (§ 94 98), nous font encore

arriver à reconnaître des dépôts littoraux faits au niveau des marées et les points sous-marins de cette époque.

§ 1687. **Points littoraux des mers siluriennes.** On ne connaît pas encore de parties littorales de l'étage silurien en France; mais, en Angleterre, le nombre assez grand de coquilles flottantes appartenant aux Céphalopodes prouverait qu'à Corton, à Presteign, aux environs de Slandovery de Landeilo (Wales), de Caradoc, d'Horderley (Shropshire), les couches dépendent certainement de points littoraux de l'ancienne mer silurienne déposés au niveau supérieur des marées. Il en était probablement de même de l'île d'OEland en Suède, de Revel, de l'île d'Odinholm, de Waivara, de Pulkowa, près de Saint-Pétersbourg, en Russie; des dépôts de Black-River, de Trenton, de Chazy, province de New-York aux États-Unis, de l'île Mingan (Canada). Il est à remarquer que ces points se trouvent généralement au pourtour des bassins, ou près des roches plus anciennes qui, déjà disloquées par des mouvements géologiques, formaient des points émergés bornant les dépôts marins siluriens. On voit que, procédant du connu à l'inconnu, en appliquant les causes actuelles, nous pouvons encore retrouver quelques lambeaux des côtes qui bordaient l'Océan silurien.

§ 1688. **Points sous-marins, voisins des côtes.** Si les coquilles flottantes nous ont donné quelques parties des côtes, leur absence nous offre, comme on devait s'y attendre, des surfaces bien plus vastes de dépôts sous-marins, faits près ou loin des côtes. Parmi les dépôts formés près des côtes ou au moins à de médiocres profondeurs dans les eaux, nous pouvons citer tous les points suivants, plus ou moins riches en fossiles; en France, Angers (Maine-et-Loire), la Hunaudière (Loire-Inférieure), Sion, Bains, Poligné, Couyère et Vitré (Ille-et-Vilaine), Siouville (Manche), Baie de Crozon (Finistère), Saint-Victeur près de Fontenay (Sarthe); en Espagne, à Santa-Cruz, à Almaden, dans la Sierra Morena; en Suède à Gotha, à Westgothland, à Kinnokalle, à Skarpasen; en Norwége, à Christiania; dans la Russie occidentale, à Jamalasari et sur les bords du lac Ladoga; dans la Russie septentrionale, à Pavlosk sur les bords de la rivière Sias, sur les rivières Ylytsch, Ichora, Pulkovka, à Waschkina, sur les bords de la mer Glaciale. Dans l'Amérique septentrionale, nous pouvons encore citer les points suivants : au nord de l'île de Terre-Neuve, au Canada, à l'île d'Anticosti, à Kigston, à Montréal, la rivière Ottava, les bords du lac Huron dans les îles et la côte Manitoulin, dans la province de New-York, à Watertown, à Middleville, dans la partie sud du Visconsin, à Oxford; dans le Cincinnati, dans le Tennessee, à Harpeth-ridge, à Nashville; dans l'Illinois, au nord, près de Galena; dans l'Indiana, à Madison; dans le Kentucky, à Frankfort. L'Amérique méridionale nous a offert des localités à fossiles sur le som-

met de la montagne de Tacopaya, province de la Laguna, et près de Pucara, province de Vallé-Grandé (Bolivia).

§ 1689. **Points profonds des mers.** Nous regardons comme s'étant déposées dans les parties plus profondes des mers, ces surfaces immenses de l'étage silurien où l'on trouve à peine quelques traces rares de fossiles, comme ceux de beaucoup de parties de la France et de la république de Bolivia. Du reste, le très-grand nombre dominant de Mollusques brachiopodes bryozoaires et d'Échinodermes crinoïdes, qu'on sait ne vivre, dans les conditions d'existence actuelle, que dans les mers profondes ou très-tranquilles, doit faire croire que ces mêmes conditions se trouvaient parfaitement bien développées dans certaines couches de Russie, autour de Saint-Pétersbourg, à Christiania, et, dans les États-Unis, à Trenton, à Black-River, etc., etc.

§ 1690. D'un autre côté, le grand nombre de petites lames que forment les schistes ardoisiers d'Angers, des Pyrénées et de beaucoup d'autres lieux, annoncent qu'ils étaient soumis à une action souvent répétée, action identique aux perturbations naturelles des dépôts sédimentaires actuels (§ 88-93). Ces faits, et beaucoup d'autres que nous pourrions citer, si la place nous le permettait, prouvent que les premières mers du monde étaient soumises aux mêmes lois de répartition des sédiments que les mers actuelles. Pour se convaincre de cette vérité, il suffit, du reste, de voir la succession comparative des sédiments de diverses natures qui se sont succédé en Angleterre et dans l'Amérique septentrionale (§ 1685) pendant cette période des dépôts siluriens; car, pour nous, ces couches, distinguées en Angleterre et aux États-Unis, ne sont que des conditions toutes locales de l'ensemble de l'étage silurien inférieur.

§ 1691. **Caractères paléontologiques.** Si les caractères minéralogiques sont très-variables suivant les lieux, et ne peuvent, en aucune manière, être invoqués pour reconnaître l'étage silurien, il n'en est pas ainsi pour les caractères paléontologiques. En effet, qu'on prenne les couches siluriennes sous la zone torride en Bolivia, qu'on les suive dans l'Amérique septentrionale de la province d'Alabama jusqu'à Terre-Neuve ou en Europe, depuis l'Espagne jusqu'à la chaine de l'Oural et à la mer Glaciale, c'est partout le même caractère paléontologique, déterminé par l'ensemble de la faune. Ces caractères paléontologiques dérivent des caractères stratigraphiques généraux négatifs et positifs tirés des formes génériques de toutes les séries animales et de tous les résultats spécifiques. Nous traiterons séparément de ces deux ordres de faits, qui méritent la plus scrupuleuse attention.

§ 1692. **Caractères paléontologiques tirés des genres.** En réunissant ici tous les faits répartis dans nos divers tableaux de la répartition

des êtres à la surface de la terre, on trouve, pour l'étage silurien inférieur, les caractères suivants d'ensemble de faune qui se rencontrent à la fois sur toutes les parties du monde.

Caractères négatifs. Les recherches actuelles de la science donnent comme manquant encore dans la nature à l'époque de l'étage silurien : parmi les animaux vertébrés, les Mammifères, les Oiseaux, les Reptiles; et parmi les poissons, les ordres des Cténoïdes, des Pleuronectoïdes, des Cycloïdes et des Ganoïdes ; parmi les animaux annelés des Insectes, des Crustacés décapodes et autres, excepté les Trilobites. En spécialisant davantage, on voit que parmi les Mollusques céphalopodes manquent les genres *Campulites* et les neuf genres suivants de notre tableau n° 5 ; parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Natica*, et les 16 genres suivants de notre tableau n° 7; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Cardinia* et les 15 genres suivants de notre tableau n° 8; parmi les Mollusques brachiopodes, le genre *Terebratula* et les 10 genres suivants de notre tableau n° 9; parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Fenestrella* et les 15 genres suivants de notre tableau n° 10; parmi les Échinodermes, le genre *Protaster* et les 4 genres suivants de notre tableau n° 11 ; parmi les Échinodermes crinoïdes, le genre *Cyathocrinus* et les 28 genres suivants de notre tableau n° 12; parmi les Zoophytes, le genre *Favosites* et les 27 genres suivants de notre tableau n° 13; parmi les Foraminifères, le genre *Fusulina* de notre tableau n° 14; parmi les Amorphozoaires, le genre *Sparsispongia* de notre tableau n° 15, qui tous se rencontrent dans les autres étages des terrains paléozoïques, mais manquent jusqu'à présent dans l'étage silurien inférieur. Nous pourrions donc, en les additionnant, trouver 134 genres ou formes animales spéciales, donnant autant de caractères négatifs qu'on peut invoquer pour séparer l'étage silurien des autres étages des terrains paléozoïques, et qui, réunis aux 1117 genres servant de caractères stratigraphiques négatifs des terrains paléozoïques (§ 1663) donneront 1241 formes génériques susceptibles de donner des caractères négatifs pour l'étage silurien inférieur.

§ 1693. **Caractères positifs tirés des genres.** Les genres existants dans cet étage sont les suivants : parmi les animaux vertébrés, quelques poissons *Cestracionidæ* ; parmi les animaux annelés, les genres des Trilobites qui suivent : *Odontopleura*, *Paradoxides*, *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, *Cyphaspis*, *Asaphus*, *Battus*, *Calymene*, *Phacops*, *Polyeres*, *Prionochellus*, *Cheirurus*, *Illænus*, *Nilæus*, *Ogygia*, *Trinucleus*, *Lichas*, *Ceraurus* ; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Cameroceras*, *Gonioceras*, *Lituites*, *Oncoceras*, *Hortolus*, *Andoceras*, *Trocholites*, *Actinoceras*, *Cyrtoceras*, *Gomphoceras*, *Melia* et *Orthoceratites*; parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Loxonema*,

Turbo, *Straparollus*, *Stomatia*, *Scalites*, *Pleurotomaria*, *Murchisonia*, *Bellerophon*, *Cirtolites*, *Helcion*, *Conularia* et *Vaginella*; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Lyonsia*, *Periploma*, *Leda*, *Cypricardia*, *Nucula*, *Arca*, *Avicula*, *Posidonomya*, *Cardiomorpha*, *Megalodon*, *Orthonota*; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Obolus*, *Orthisina*, *Porambonites*, *Siphonotreta*, *Orbicella*, *Pentamerus*, *Strophomena*, *Orthis*, *Atrypa*, *Spirifer*, *Leptæna*, *Lingula*, *Crania*, *Hemithiris*; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Subretepora*, *Enallopora*, *Stellipora*, *Sulcopora*, *Polytrema*, *Ptylodictya*, *Monticulipora*, *Ceriopora*; parmi les Échinodermes, le genre *Cœlaster*, *Echinoencrinus*, *Caryocystites*, *Hemicosmites*, *Cryptocrinus*, *Cyclocystites*, *Heterocrinus*, *Cupulocrinus*, *Tentaculites*, *Scyphocrinus*, *Glyptocrinus* et *Poteriocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Favistella*, *Columnaria*, *Lonsdalia*, *Plasmopora*, *Streptolasma*, *Discophyllum*, *Aulopora*; parmi les Amorphozoaires, les genres *Palæospongia* et *Stromatopora*. En résumé, parmi les animaux Mollusques et Rayonnés de cette époque, sur les 87 genres qu'on rencontre dans l'étage silurien, 16 se trouvant dans tous les étages géologiques à la fois, ne peuvent servir de caractères positifs; il reste donc 71 genres qui, par leurs limites, donnent des caractères stratigraphiques positifs plus ou moins larges dans l'ensemble des étages géologiques et en particulier pour l'étage silurien. Parmi ceux-ci, il n'y a que les genres suivants qu'on puisse invoquer comme caractères spéciaux à cette partie inférieure.

§ 1694. **Genres spéciaux jusqu'à présent à l'étage silurien inférieur.** Parmi les Crustacés, les genres *Paradoxides*, *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, *Illænus*, *Trinucleus*, *Ogygia*, *Battus*; parmi les Céphalopodes, les genres *Cameroceras* et *Gonioceras*; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Orthonota*; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Obolus*, *Orthisina*, *Porambonites* et *Siphonotreta*; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Subretepora*, *Enallopora* et *Stellipora*. Parmi les Échinodermes, les genres *Echinoencrinus*, *Caryocystites*, *Hemiscomites*, *Cryptocrinus*, *Cyclocystites* et *Heterocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Favistella*, *Columnaria*, *Lonsdalia*. Parmi les Amorphozoaires, le genre *Palæospongia*. Ainsi, pour prouver plus encore la spécialisation des formes génériques, nous avons 28 genres ou 28 formes animales appartenant aux diverses classes d'êtres qui, d'après les connaissances actuelles, seraient nés avec l'étage silurien inférieur, et se seraient immédiatement éteints avec cet étage, n'ayant fait que marquer leur passage éphémère sur notre globe. Ces genres donneront donc des caractères stratigraphiques positifs pour faire distinguer l'étage silurien inférieur des autres étages paléozoïques.

En résumé, on conçoit facilement que l'ensemble des caractères néga-

tifs et positifs que nous venons d'énumérer, constitue, pour l'étage silurien inférieur, une faune tellement tranchée, et si bien déterminée par les formes génériques des animaux, qu'avec de l'habitude on peut la retrouver sous toutes les formes minéralogiques et dans tous les pays du monde, où, comme on peut le juger dans notre premier étage du *Prodrome de*

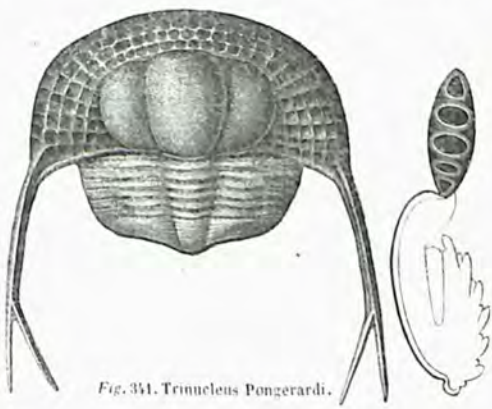


Fig. 341. Trinucleus Pongerardi.

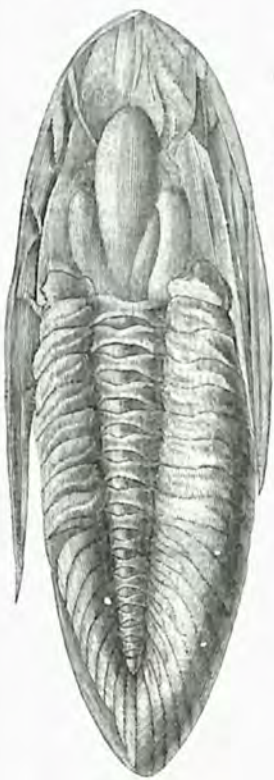


Fig 340. Ogygia Guettardi.

Fig. 342. Paradoxides spinulosus.

Paléontologie universelle, les genres sont partout les mêmes à la surface de la terre.

§ 1695. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Si l'on n'avait, pour reconnaître l'étage silurien partout où il se trouve que les caractères généraux que nous venons de donner, ceux-ci suffiraient certainement ; mais les espèces nous donnent d'autres caractères plus certains encore, d'après la liste discutée que nous avons donnée à l'appui de nos recherches, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, tome 1, premier étage silurien, à laquelle nous renvoyons pour ces espèces (1). On voit que nous connaissons jusqu'à présent 426 es-

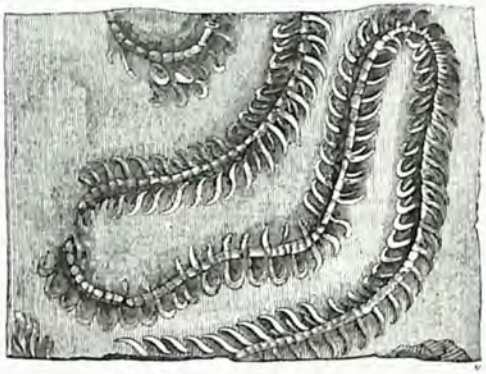


Fig. 343. Nereites cambriensis

Fig. 345. Orthisina Verneuili.

Fig. 346. Siphonotreta verrucosa.

Fig. 344. Lituites cornu-arietis.

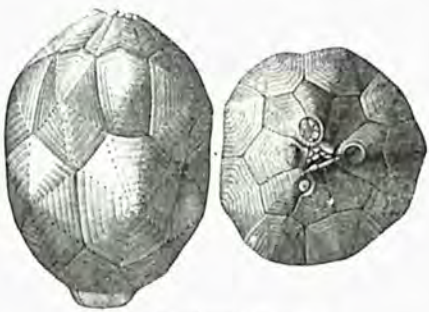


Fig. 347. Hemicosmites pyriformis.

pèces fossiles d'animaux Mollusques et Rayonnés, qui sont autant d'*es-*

(1) Comme les listes de fossiles contenues dans notre *Prodrome* renferment plus de 18,000 espèces, occupant 3 volumes, on conçoit qu'il nous a été impossible de les placer ici ; c'est ce motif qui nous a forcé de les publier séparément, sous le titre de *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*.

pèces caractéristiques de cet étage ; car, si les uns donnent les caractères des dépôts littoraux, comme les Céphalopodes, les autres dépendent soit des régions voisines des côtes, caractérisées par les Mollusques gastéropodes et lamellibranches, ou des dépôts faits dans les zones plus profondes contenant les Mollusques brachiopodes, bryozoaires, les Crinoïdes et les Zoophytes ; ainsi, comme nous les concevons toutes, les espèces de cette faune sont caractéristiques, puisqu'elles peuvent dépendre d'un facies plus ou moins particulier de dépôt local ou d'une contrée spéciale. Nous figurons ci-contre quelques-unes de ces espèces propres à l'étage silurien, qui dépendent de cette faune caractéristique (*fig.* 340 à 347).

Parmi les espèces de la faune caractéristique de l'étage silurien, il en est qui peuvent avoir une plus grande importance, en ce qu'elles sont simultanément communes aux contrées les plus éloignées les unes des autres. En effet, si les caractères paléontologiques généraux, tirés des genres, sont venus nous donner la certitude que, sans avoir égard aux régions aujourd'hui chaudes, tempérées et froides, les mêmes caractères généraux de composition de faunes existaient partout, ces espèces prouvent, de plus, leur parfaite contemporanéité d'existence, et même leur filiation, leur parenté évidente. Nous donnons ici la liste de ces espèces, qui se trouvent à la fois sur le continent européen de l'Espagne, du Portugal, jusqu'à la mer Glaciale, et sur le continent américain de l'hémisphère sud, jusqu'au nord du Canada et à Terre-Neuve (1).

CRUSTACÉS.

Calymene Fischeri.
— punctata.
Illænus crassicauda.
Lichas laciniata.
Ceraurus pleurexanthemus.
Trinucleus caractaci.
Phacops Dalmani.

MOLLUSQUES.

	N° du Prodrome (2)
Melia communis.	65
— trochlearis,	66
Straparollus Quartierianus.	90
Pleurotomaria lenticularis.	107
Lingula longissima.	217
— attenuata.	218
Leptæna deltoïdea.	233
— sericea.	235
Strophomena alternata.	267
— tenuistriata.	268
Orthisina Verneuili.	269
Orthis lynx.	279
— testudinaria.	286
— æquivalvis.	291

En résumé, nous avons, pour l'ensemble de la faune connue, 22 espèces qui vivaient, à cette époque, sur les points des mers silurien-

(1) Les premiers rapprochements de ce genre sont dus aux savantes recherches de notre ami, M. de Verneuil.

(2) On trouvera toute la synonymie de ces espèces et les localités où elles se trouvent fossiles, aux numéros du *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*, que nous indiquons.

nes occupés aujourd'hui par une grande surface de l'Amérique septentrionale et de l'Europe.

Indépendamment de ces espèces, qui relient l'étage silurien inférieur du monde entier, nous pouvons citer le *Calymena Tristani*, l'*Illænus gigas*, et un très-grand nombre de Mollusques et d'animaux Rayonnés indiqués dans notre Prodrome de Paléontologie stratigraphique, qui relient entre eux tous les points d'Europe où se trouvent les parties de l'étage.

§ 1696. **Chronologie historique.** Comme nous l'avons dit aux terrains paléozoïques (§ 1667 et 1685) et comme les recherches le démontrent dans l'Amérique méridionale, dans l'Amérique septentrionale et en Bohême (§ 1686), un laps de temps considérable a dû s'écouler entre la fin des terrains azoïques et le commencement de l'animalisation sur le globe. On voit, en effet, sur les points cités, que des couches d'une immense épaisseur, soumises à toutes les lois actuelles des dépôts sédimentaires dans les eaux, se sont longtemps succédé avec leurs galets et leurs différentes natures de sédiments, avant que les premiers êtres ne se montrent sur le globe. Sans aucun doute ces premiers sédiments se déposaient dans des eaux beaucoup trop chaudes pour que l'animalisation pût y exister. Ce n'est donc que lorsque la température s'est trouvée peu différente de ce qu'elle est aujourd'hui sous la zone torride, que les êtres y ont été créés.

Pendant la durée de la période silurienne les mers couvraient, probablement sans interruption (partie 1 de la carte, *fig.* 408), la partie occidentale de la France et de l'Angleterre, ou, pour mieux dire, en Europe, tout l'espace compris entre l'Espagne et l'Oural. Elles couvraient encore une grande partie de l'Amérique méridionale et de l'Amérique septentrionale. Ces mers, dont nous avons encore retrouvé quelques limites (§ 1687) en Angleterre, en Suède, en Russie, et dans l'État de New-York, étaient évidemment soumises aux mêmes lois physiques que nos mers actuelles ; elles montraient, comme les nôtres, des dépôts littoraux, des dépôts voisins du littoral, ou plus ou moins éloignés et profonds (§ 1688, 1689). Les perturbations naturelles s'y faisaient déjà sentir partout comme à présent. Ces mers nourrissaient, en animaux vertébrés, seulement quelques poissons placoïdes appartenant aux Cestraconidæ, en animaux articulés, un grand nombre de Crustacés trilobites et quelques Annélides. Les animaux Mollusques céphalopodes les plus parfaits de l'ensemble y ont montré leur maximum de développement, tandis que les Mollusques brachiopodes y étaient très-développés ; que les Gastéropodes, les Lamellibranches et les Bryozoaires y étaient très-nombreux. Les animaux rayonnés y montraient déjà quelques Échinodermes astérides, beaucoup de Crinoïdes, un grand nombre de Polypiers ou Zoophytes, et quelques Amorphozoaires. On y connaît encore, parmi la végétation,

quelques plantes marines propres à l'État de New York, décrites et figurées par M. Hall ; seuls restes de la flore présumée très-nombreuse de cette première époque du monde animé.

Buthotrephis gracilis.
— succulens.
— subnodosa.
— flexuosa.
Palæophycus rugosus.
Palæophycus simplex.
— virgatus.
Sphenothallus angustifolius.
— latifolius.

Il existait aussi, bien certainement, des continents, puisqu'on exploite à Vallongo, en Portugal, de la houille de cette époque qui ne peut provenir que de l'amoncellement des végétaux terrestres. Si nous recherchons ces continents, nous en trouverons peut-être encore quelques lambeaux échappés à l'envahissement des 26 époques qui ont pu couvrir successivement les terrains azoïques ou granitiques, et les dérober à nos recherches. Peut-être y avait-il, en effet, deux îles en France : l'une, occidentale, formée des terrains azoïques et granitiques de la Vendée et de la Bretagne, dirigée N. N. O. et S. S. E., et occupant les régions sud du *massif breton* ; l'autre formée par le grand *plateau central* de la France, et également composée de roches azoïques et granitiques. On peut voir ces parties, qui ont pu être alors surélevées au-dessus des eaux, représentées par les régions restées blanches sur notre carte, *fig.* 408. Une vaste surface continentale était peut-être formée par la partie nord de la Norwége, de la Suède et de la Laponie russe. Une autre, très étendue, dirigée de l'E. 38° N. à l'O. 38° S., occupait la côte orientale du Brésil, du 16° au 33° de latitude (1).

La présence des végétaux annonce que la lumière éclairait ce premier âge du monde ; car, sans cela, les plantes terrestres ne pourraient pas exister. S'il y avait des doutes à cet égard, la conformation des yeux des Trilobites viendrait les lever. On sait que les yeux à facettes existent aujourd'hui chez les Crustacés, chez les insectes Myriapodes, Coléoptères, Orthoptères, Hyménoptères et Diptères, éminemment sensibles aux rayons lumineux, et presque tous diurnes. Comme on trouve ce même caractère des yeux à facettes chez les Trilobites de l'étage silurien, on en déduit la certitude que cette disposition de l'organe visuel ne pouvait exister qu'avec la lumière.

§ 1697. Quelques auteurs ont avancé que la chaleur de cette première époque de l'animalisation pouvait atteindre 80 à 90 degrés, et que, sous cette température, les êtres pouvaient exister. Nous sommes loin de

(1) Voyez, planche 10, de la partie géologique de l'Amérique méridionale, où nous avons donné la forme de ce continent à toutes les grandes époques géologiques successives.

partager cette opinion. Si tous les êtres de cette première animalisation appartenaient à des genres perdus, ou tout différents des genres actuels, il serait permis de supposer, en effet, que ces êtres spéciaux à la première zone animée pouvaient être conformés de manière à vivre dans une température spéciale plus élevée que la température d'aujourd'hui; mais, parmi ces formes animales nous voyons 16 genres appartenant aux animaux Mollusques gastéropodes, lamellibranches, brachiopodes et bryozoaires (voyez ces différents tableaux), qui vivaient alors et qui ont traversé toutes les époques du monde jusqu'à nous. Il est évident que, d'après leurs formes d'alors, ils avaient les mêmes organes qu'aujourd'hui. Devrait-on en conclure qu'ils ne pouvaient vivre, dans ce premier âge, à une température qu'ils ne pourraient supporter maintenant? Nous serions porté à le croire d'après nos observations spéciales à cet égard. Nous avons remarqué, par exemple, que sur les points les plus exposés au soleil, aux environs de Rio de Janeiro, les Mollusques côtiers, parmi lesquels quelques-uns existaient déjà à l'étage silurien, vivaient sous une température qui s'élevait souvent dans le jour à 28° centigrades. Dans les flaques d'eau restées dans les cavités des rochers, au niveau supérieur des marées de syzygies, l'eau atteignait quelquefois à trois heures jusqu'à 36°; mais, dans ces flaques, il ne vit plus que trois genres, les *Vermetus*, les *Nerita* et les *Littorina*, tous genres qui n'existaient pas à l'époque de l'étage silurien. Ces faits et beaucoup d'autres que nous pourrions citer amèneront difficilement à croire, même en prenant de très-larges limites, que la température de l'eau où pouvaient vivre les Mollusques dont les genres existent encore aujourd'hui puisse s'élever au-dessus de 30 à 40°. C'est, à nos yeux, le maximum de température admissible pour cette première animalisation du globe.

De la répartition des mêmes êtres sous la zone torride et vers le pôle jusqu'au 65° de latitude dans l'étage silurien inférieur, on acquiert la certitude que la terre avait, à cette époque, assez de chaleur pour neutraliser l'effet des lignes isothermes déterminées par la latitude.

§ 1698. La terre uniformément chauffée par la chaleur centrale existe, elle peut être encore dépourvue d'animaux terrestres; mais elle nourrit de nombreux végétaux. Les mers sont circonscrites, soumises aux mêmes phénomènes que nos mers actuelles, renfermant des animaux variés des quatre grands embranchements d'animaux, Vertébrés, Annelés, Mollusques et Rayonnés. Les choses ont probablement duré de cette manière pendant un laps de temps très-considérable, si nous en jugeons par les siècles qu'il a fallu pour accumuler sur un seul point 4000 mètres de puissance de sédiments (§ 1685).

La fin de cette période est marquée par des discordances qui indiquent

un mouvement géologique (§ 1683) entre les dernières couches du silurien inférieur, et les premiers dépôts du silurien supérieur. C'est peut-être encore à la fin de cette période que correspond, en Bretagne, le *système du Morbihan*, de M. Élie de Beaumont, dont les dislocations sont dirigées de l'E. 38°, 15' S. à l'O. 38°, 15' N.

B. — Silurien supérieur, Murchison.

(*Murchisonien* de nos tableaux.)

Première apparition des *Échinodermes ophiuroïdes* ; des *Crustacés cyproïdes*. *Règne* des *Trilobites*.

Zone du *Calymena Blumenbachii*, du *Phacops limulurus*, de l'*Agnotus latus*, de l'*Orthoceratites ibex*, du *Loxonema sinuata*, du *Cardium interruptum*, du *Chonetes striatella*, du *Pentamerus galeatus*, de l'*Encalyptocrinus decorus*, etc.

Synonymie. Upper Silurian (silurien supérieur), Murchison.

Type français, Saint-Sauveur (Manche), Saint-Jean-sur-Erve (Sarthe). *Type anglais*, Ludlow, Aymestry, Dudley, Wenlock. *Type de Bohême*, près de Prague et de Beraun.

§ 1699. **Extension géographique.** L'étage silurien supérieur se trouve en France probablement sur une grande surface ; néanmoins il n'a encore été parfaitement reconnu par ses fossiles caractéristiques qu'à Saint-Sauveur (Manche), à Feugrolles (Calvados), à Saint-Jean-sur-Erve (Sarthe). M. de Verneuil l'a signalé, de plus, à Neffiés (Hérault), et nous l'avons trouvé, ainsi que M. Leymerie, à Marignac et à Saint-Béat (Haute-Garonne). Peut-être les grès de May, de Feugrolles, de Falaise et d'une partie du Calvados en dépendent-ils aussi. (Voyez partie 1 *b*. de notre carte, *fig.* 408.)

Dans les autres parties de l'Europe, nous pouvons citer l'Angleterre, si bien favorisée sous le rapport géologique. On en voit, d'après M. Murchison, une large bande parallèle à l'étage silurien inférieur, qui suit, à l'est et au nord du pays de Galles, depuis la province de Caermarthen, en passant par les districts de Radnor et de Montgommery jusqu'au Denbich. Il reprend ensuite au sud-est du Westmoreland et du Lancaster. On le retrouve dans l'île de Sardaigne, en Espagne, à Saint-Juan de los Abadessos, en Catalogne ; dans le Tyrol, près de Lend, à Dienten. Presque tout le duché du Rhin, en Allemagne, en dépend. Il se montre en Hollande, à Groningue. En Bohême il est très-développé, surtout aux environs de Prague et de Beraun, où il a été si bien étudié par M. Barande. En Suède, il comprend toute l'île de Gothland ; en Norwége, les environs de Malmo-Calven. En Russie il forme l'île de Dago, l'île d'Œsel, et représente une bande dans la chaîne de l'Oural (d'après les

travaux de MM. Murchison, Verneuil et de Keyserling), et sur la rivière Kakva, etc. Il existe en Bessarabie, à Chotin.

Sur l'Amérique septentrionale il se montre dans le Canada à Gaspe, dans l'île de Drummond. Aux Etats-Unis il offre de vastes surfaces, surtout depuis les États de New-York, de Cincinnati, du Kentucky, d'Indiana, du Tennessee, de l'Illinois, de Jowa, de Visconsin, jusqu'aux États d'Arkansas, du Mississipi et d'Alabama, c'est-à-dire sur une surface aussi grande que l'Europe. Dans l'Amérique méridionale, il est sans doute représenté partout où il y a concordance entre l'étage silurien et l'étage devonien, c'est-à-dire qu'il s'y trouve partout aux mêmes points que nous avons cités (§ 1679), dans les Andes boliviennes, dans la province de Chiquitos et au Brésil. On en connaît encore à la Nouvelle-Hollande, au Cap de Bonne-Espérance.

§ 1700. **Superposition.** Sur les points de l'ouest de la France, où nous avons cité l'étage, il repose en couches concordantes sur l'étage silurien inférieur ; M. Barande l'a signalé en Bohême. La carte géologique et les coupes que M. Murchison a données pour l'Angleterre offrent le même fait de concordance (voy. étage 1 *b*, *fig.* 339) soit dans le pays de Galles, soit dans le Lancaster et le Westmoreland. En Suède la position de l'île de Gothland par rapport à l'île d'Oëland, et des îles Oësel et Dago par rapport au continent de Revel, viendrait prouver le même fait, ainsi que dans l'Oural. L'Amérique septentrionale montre sa succession immédiate sur l'étage silurien inférieur, partout où l'étage existe, depuis le Canada jusqu'à la province d'Alabama ; nous l'avons aussi constatée dans l'Amérique méridionale. On voit, dès lors, que l'étage silurien supérieur (murchisonien) a succédé, sur tous les points, d'une manière régulière, à l'étage silurien inférieur, dont il paraît en beaucoup de lieux avoir subi les dislocations et les perturbations géologiques.

§ 1701. **Discordances.** A côté de ces superpositions, qui nous donnent l'âge relatif à l'étage, nous avons des discordances d'isolement qui nous donnent les limites de hauteur. On a déjà vu (§ 1681) quelles étaient les limites inférieures. Maintenant nous regardons, comme des discordances d'isolement supérieures, le manque, sur l'étage qui nous occupe, de l'étage devonien sur tout le massif silurien des environs de Prague (Bohême); isolement qui montre que la dislocation qui a surélevé l'étage silurien supérieur au-dessus des eaux est antérieure au dépôt de l'étage devonien. Nous regardons encore comme le fait le plus positif de discordance la superposition immédiate de l'étage devonien soit sur les roches azoïques, soit sur les roches granitiques dans le Cornwall et le Devonshire en Angleterre, à l'est, à l'ouest et à l'extrémité nord de l'Écosse ; dans la Dalécarlie en Suède, et sur les bords occidentaux de la mer Blanche en Russie : car il a fallu évidemment une

perturbation géologique pour qu'il manque sur ces points l'étage silurien supérieur, qui lui est inférieur sur les points où les choses se sont passées régulièrement.

§ 1702. **Déductions tirées de la position des couches.** C'est surtout en France, dans les Pyrénées et à l'ouest, que les couches ont subi beaucoup de dislocations de tous genres. Il en est de même en Russie, dans l'Oural et dans l'Amérique méridionale. Les points où, au contraire, l'étage offre encore, dans ses couches, une position peu tourmentée qui se rapproche du plus au moins de la position normale, sont les parties de l'Angleterre où nous l'avons signalé, où il n'a fait que s'incliner un peu plus ; et surtout l'Amérique septentrionale, où les couches ont encore conservé, sur des surfaces immenses, presque complétement l'horizontalité qu'elles devaient avoir lorsqu'elles se sont déposées dans les mers, fait d'autant plus remarquable qu'il ne faut pas oublier que vingt-six époques sont venues depuis bouleverser l'écorce terrestre.

§ 1703. **Composition minéralogique comparée.** Les beaux travaux de M. Murchison sur l'Angleterre, et de MM. James Hall, Emmons, Mather, pour l'État de New-York, nous permettent de placer en regard, comme nous l'avons fait pour l'étage silurien inférieur, les grandes successions de couches de l'étage silurien supérieur (*fig.* 339) de ces deux parties du monde comparées dans leur ordre de superposition.

ANGLETERRE.	ÉTATS-UNIS.
Psammites argileux et argile schisteuse des *roches supérieures de Ludlow* (*a*, *fig.* 339).	Calcaire supérieur à Pentamère.
Calcaire d'Aymestry, *b*.	Argile schisteuse, à Delthyris.
Roches inférieures de Ludlow, *c*	Calcaire, à *Pentamerus galeatus*.
Calcaire de Wenlock et de Dudley, *d*.	Calcaire hydraulique.
Argile schisteuse de Wenlock et de Dudley, *e*.	Groupe salifère d'Onondaga.
	Groupe du Niagara (psammites et calcaire).
	Groupe de Clinton (calcaires).
	Grès de Médina.
	Conglomerat d'Onéida.
	Grès gris.

Par la manière si disparate dont les choses se sont passées dans les mers d'Amérique et d'Angleterre, pendant la période du silurien supérieur, on peut juger du peu d'importance des caractères minéralogiques pris comme moyens de reconnaissance des âges des étages de contrées éloignées les unes des autres. Le plus sûr moyen de se tromper serait, en effet, de s'attacher à ce caractère ; car ce que nous trouvons dans les États-Unis et en Angleterre est le fait général de tous les étages du monde, parfaitement en rapport avec ce que nous avons dit

des causes actuelles qui les ont produits (§ 78 à 808). Il y a plus : au milieu de cette succession de natures diverses de couches que nous avons vu se succéder dans l'étage précédent (§ 1685), que nous voyons dans celui-ci, et que nous verrons dans les suivants, où s'arrêterait-on pour limiter des âges dans l'ensemble, si l'on n'avait que les caractères minéralogiques et la superposition sur ces points concordants ? Il est certain qu'on ne saurait où placer les limites des étages, et que l'on arriverait à mettre toutes ces couches réunies sous le nom de *terrains de transition* ou tel autre, comme on l'avait généralement admis avant les beaux travaux stratigraphiques cités, où l'on a fait entrer les éléments paléontologiques qui seuls pouvaient résoudre la question. Le peu d'importance des caractères minéralogiques ressort encore même en France, où les couches sont noires, presque charbonneuses à Saint-Sauveur (Manche), et à l'état de grès rouges à May, etc. Nous pouvons, de plus, signaler l'exemple, des couches de Gothland, où la roche est oolithique comme dans les terrains jurassiques. Tous ces faits prouveront, nous l'espérons, que le caractère minéralogique ne peut, en aucune manière, être invoqué que pour une localité restreinte.

De cette grande variété de sédiments que nous voyons se succéder en Angleterre et aux États-Unis, ressort encore cette conséquence, que les causes déterminantes de ces alternances de sables et de sédiments fins, qui, par la suite des temps ont formé les grès, les calcaires et les argiles, ont été purement locales, et qu'elles ne sont, en aucun cas, comparables dans les deux pays. Nous pouvons même dire plus. Il ne faudrait se préoccuper en rien de la présence ici supérieure, là inférieure, de quelques fossiles dans ces couches; car il est évident pour nous que la présence ou l'absence de ces fossiles dépend de la même cause locale, la nature des sédiments et le niveau de profondeur dans les mers; ce ne saurait donc pas être un fait général. Nous insistons sur cette circonstance capitale, qui peut aussi bien tromper que la nature minéralogique des sédiments.

§ 1704. **Puissance connue.** Les données, à cet égard, sont encore bien vagues; cependant on peut dire que, sur tous les points, cet étage a beaucoup de puissance, souvent quelques centaines de mètres; néanmoins, en additionnant l'épaisseur donnée des couches de Ludlow et Wenlock ou Dudley en Angleterre, on trouve un maximum de 1230 mètres environ. M Barande évalue aussi à 1200 mètres l'épaisseur de l'étage silurien supérieur en Bohême; ce qui donnerait encore une très-longue période d'existence à l'étage qui nous occupe.

§ 1705. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Si, par l'ensemble des faits passés, comparés aux faits actuels, nous cherchons à retrouver quelques-unes des conditions des mers, nous arriverons nécessairement aux conclusions suivantes.

Points littoraux. Un seul point, en France, nous montre, par la grande quantité de coquilles flottantes de Céphalopodes qu'il renferme, un lambeau évidemment littoral, déposé au niveau supérieur des marées ; c'est Saint-Sauveur (Manche). Sur ce point même, on en aurait une double preuve ; car la nature charbonneuse des couches qui enveloppent ces coquilles flottantes du genre *Orthoceratites* annonce, en même temps, un mélange de végétaux parfaitement en rapport avec la nature également flottante des plantes terrestres de toute nature qui n'ont pu se déposer qu'au niveau supérieur des marées. D'autres points côtiers sont des mieux caractérisés par leurs coquilles flottantes, et même par leurs nombreux poissons flottant (§ 94) dans les roches inférieures de Ludlow et à Aymestry, en Angleterre. Il s'y joint même un fait important à constater : c'est que ces points côtiers se trouvent sur des lignes presque parallèles, toujours à l'est des points côtiers de l'étage silurie ninférieur, comme si les points littoraux des deux parties de l'étage s'étaient succédé sur les mêmes lieux, circonstance que nous trouvons si marquée dans les étages jurassiques des mers de France et d'Angleterre. Nous regardons comme de la même nature de dépôts les couches des environs de Prague, où M. Barande a recueilli un si grand nombre et de si remarquables coquilles flottantes de Céphalopodes. En Suède, l'île de Gothland, surtout Kathammaerwick, Klefra, offrent les mêmes résultats qu'en Angleterre. Il est très-curieux de les retrouver aux États-Unis. En effet, à Rochester, à Onondaga, on voit encore des points côtiers dans le même État de New-York, qui nous avait offert ceux de l'étage précédent. Que conclure de ces faits ? qu'à l'exception de la France, tous les autres points côtiers de l'étage silurien supérieur feraient croire que, pendant ces deux époques successives, les mers avaient à peu près les mêmes circonscriptions.

§ 1706. **Points sous-marins voisins des côtes.** Les points du globe que, d'après l'ensemble des fossiles Gastéropodes et Acéphales et la nature des sédiments, on peut regarder comme s'étant déposés peu au-dessous du balancement des marées, et qui sont à la fois des localités remarquables pour les fossiles, sont : en France, les grès de May et de Feugrolles (Calvados), Saint-Jean d'Erve (Sarthe), Nefliés (Hérault) ; en Espagne, Quenca de los Abadesos (Catalogne) ; en Angleterre, Ledbury, Burrington, Clanganford, Teilfied, Mocklree-Hill, Mordeiford, etc., etc ; en Norwége, Malmo-Kalven, Djupreken, Klenieberg ; en Hollande, Groningue ; en Russie, Pokroi, l'île de Dago ; dans l'Oural, Nijni-Tagilsk, Nijni-Loierinik, Petropavlofsk ; dans les monts au nord de l'Oural, la rivière Kakva ; en Bessarabie, Chotim. L'Amérique septentrionale les offre dans le Canada, à Gaspe, dans l'île de Drummond ; dans l'État de New-York, à Médina, à Sodusopint, à Clinton, à Walcott (Vayne county),

à Sodusbay, à Sweden, à Monroe county, à Helderberg-scholharrie; dans le Kentucky; dans l'Indiana, à Madisson, sur l'Ohio ; dans le Tennessee, à Perry county; dans le Cincinnati, à Springfieds (Ohio) ; dans l'Illinois à Chicago.

§ 1707. **Points profonds des mers.** Le nombre dominant des Mollusques brachiopodes, des Bryozoaires et des Crinoïdes nous fait regarder comme des points profonds et tranquilles des mers de cette époque les lieux suivants, remarquables sous ce rapport : en Angleterre, les couches si curieuses de Dudley, où l'on trouve groupée sur la même plaque toute la faune profonde de cette époque; où l'on voit souvent près de cent espèces réunies, comme si l'on se transportait au fond des mers de l'étage, en se reportant à ce second âge du monde animé. Venlock, Walsall, Benthal sont à peu près dans le même cas, et aussi riches. Quelques couches des environs de Prague et de Beraun, en Bohême, paraissent être très-remarquables par le nombre considérable de Brachiopodes et de Trilobites que M. Barande y a découverts. Nous citerons encore, aux États-Unis, Lockport, dans le groupe du Niagara (New-York).

Ces faits, et ceux qu'on peut déduire de la succession de sédiments différents en Angleterre et en Amérique, viennent prouver que les mers de cet étage étaient soumises aux mêmes conditions d'existence, aux mêmes agents charrieurs qu'aujourd'hui.

§ 1708. **Oscillations du sol.** Nous commençons déjà à reconnaître, par la conservation des points côtiers de cette époque, en Angleterre et aux États-Unis, qu'il s'est effectué, durant les dépôts siluriens supérieurs, des oscillations du sol analogues à celles que nous signalerons surtout à l'étage carbonifériçn (§ 1754 ,et à l'époque contemporaine (§ 2543) où nous devons traiter cette question à fond. Il est évident pour nous que la présence de points côtiers, inférieurs à des couches déposées sur des points non littoraux, annonce un affaissement local entre les deux. D'ailleurs, le seul fait de la conservation d'un point littoral annonce qu'il a été recouvert, postérieurement à son dépôt, par d'autres sédiments qui l'ont conservé jusqu'à nous, en le préservant de l'altération que subit tout point littoral exposé aux intempéries et à l'action destructive de l'atmosphère. On pourrait peut-être expliquer ces grandes puissances successives de roches de diverses natures sur le même lieu, par les oscillations. M. Barande a observé, aux environs de Prague, un fait qui nous paraît encore n'être que le résultat des oscillations du sol, s'il n'est pas, toutefois, un effet de ces plissements partiels si communs dans les terrains paléozoïques. Au-dessous d'une couche (E) remplie de Graptolithes, de coquilles flottantes et de rognons, M. Barande trouve un ensemble de couches (*d* 3 et *d* 4) qui ne contiennent plus de

Graptolithes et sont toutes différentes. Au milieu de ces dépôts (*d* 4), M. Barande a retrouvé, au nord et au sud de Prague, un petit lambeau circonscrit et restreint de couches absolument semblables à la couche E, renfermant également beaucoup de Graptolithes, des rognons et des coquilles diverses. De ces faits, M. Barande croit devoir conclure que ces couches intercalées sont des colonies d'êtres analogues à ceux de la couche E, qui se trouvent dans les couches *d* 4. Comme ces derniers lambeaux sont très restreints, ils peuvent n'être qu'accidentels et n'être produits que par un plissement; mais, en supposant même qu'ils soient en effet intercalés, ils ne peuvent, en aucune manière, dépendre d'une colonie isolée; car ce genre de colonie n'existe pas dans la nature actuelle, que nous retrouvons identique, avec ses moindres détails, dans les âges géologiques. Pour nous, la couche E paraît, par sa nature, devoir être un dépôt côtier fait au niveau supérieur des marées; les couches *d* 3 et *d* 4, qui lui sont inférieures, seraient, au contraire, des dépôts sous-marins; et les couches intercalées seraient encore des dépôts côtiers; ce qui explique leur analogie avec la couche E. La réapparition à diverses reprises, dans le même âge, de dépôts côtiers, ou même de dépôts terrestres, au milieu de dépôts sous-marins, est, comme on le verra dans les étages, un cas très-commun; et nous le regardons comme la preuve la plus certaine que des oscillations du sol se sont fait sentir à toutes les époques géologiques. Nous croyons donc que l'observation de M. Barande ne peut se rapporter à une colonie, puisque les colonies sont inconnues actuellement; mais qu'elle est un effet des oscillations du sol, qui a placé deux dépôts côtiers, séparés par un dépôt sous-marin, à la suite d'affaissements et de sur-élévations alternatifs du sol. Cette application des oscillations du sol, que nous introduisons ici pour la première fois dans le domaine de la science, sera, comme on le verra, très-féconde en résultats pour faire comprendre un grand nombre de faits non complétement expliqués jusqu'à présent.

§ 1709. **Caractères paléontologiques.** Nous pouvons répéter ici que ni la nature, ni la superposition concordante des couches ne pouvant donner des limites pour séparer les étages, les caractères paléontologiques sont les seuls moyens de délimitation qu'on puisse invoquer avec certitude, aussi bien en Amérique qu'en Europe. Cherchons à le prouver, en comparant ces caractères à ce que nous avons dit à l'étage silurien inférieur.

Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres. Aux caractères négatifs énumérés à l'étage silurien inférieur (§ 1692), et qui restent les mêmes, ajoutons seulement les différences relatives à celui-ci. Par exemple, ces 28 genres que nous avons vu naître et disparaître dans l'étage silurien inférieur, sans qu'ils passent à l'étage silurien supé-

rieur, tels que, parmi les Crustacés, les genres *Paradoxides*, *Ellipsocephalus*, *Conocephalus*, *Illenus*, *Asaphus*, *Battus*, *Trinucleus* et *Ogygia*; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Cameroceras* et *Gonioceras*; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Orthonota*; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Obolus*, *Orthisina*, *Porambonites* et *Siphonotreta*; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Subretepora*, *Enallopora* et *Stellipora*; parmi les Échinodermes, les genres *Echinoencrinus*, *Caryocistites*, *Hemiscomites*, *Cryptocrinus*, *Cyclocystites* et *Heterocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Faristella*, *Columnaria*, *Lonsdalia*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Palæospongia*, forment autant de caractères négatifs qui pourront servir à distinguer l'étage silurien-inférieur de l'étage silurien supérieur (murchisonien), puisqu'ils ne se trouvent, jusqu'à présent, que dans le premier.

En réunissant les documents de nos différents tableaux, nous trouvons encore, pour caractères négatifs propres à distinguer l'étage silurien supérieur des autres étages paléozoïques supérieurs, par exemple : parmi les Crustacés, le genre *Arges*; parmi les Céphalopodes, les *Aganides* et les 7 genres suivants de notre tableau n° 5; parmi les Mollusques gastéropodes, les 14 genres de notre tableau n° 7; parmi les Lamellibranches, les *Pholadomya* et les 13 genres suivants de notre tableau n° 8; parmi les Mollusques brachiopodes, les *Rhynchonella* et trois autres genres de notre tableau n° 9; parmi les Bryozoaires, les 10 genres de notre tableau n° 10; parmi les Échinodermes, les *Gastrocoma*, les *Pentremitidea* et les 20 genres suivants de nos tableaux n° 11 et 12; parmi les Zoophytes, les 12 genres de notre tableau n° 13, qui tous se rencontrent dans les autres étages paléozoïques, mais manquent encore, jusqu'à présent, dans l'étage silurien supérieur. Nous trouvons, en les additionnant, 88 genres ou formes animales spéciales, qui, joints aux 28 genres éteints dans l'étage silurien inférieur, forment un total de 116 genres donnant autant de caractères négatifs pour distinguer l'étage silurien supérieur des autres étages des terrains paléozoïques.

§ 1710. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Si aux genres communs à l'étage silurien inférieur et silurien supérieur indiqués (§ 1693) nous ajoutons, comme caractères positifs, ceux qui, inconnus à l'étage silurien inférieur, se montrent pour la première fois dans celui-ci, nous aurons les suivants : parmi les poissons, les *Sphagodus*, *Pterygotus*, *Onchus*, *Plectrodus*, *Sclerodus*, *Thelodus*, *Ctenodus*; parmi les crustacés trilobites, les *Homalonotus*, *Cheirurus*, *Sphærexochus*, *Agnostus*, *Brontes*, *Harpes*, *Æonia* et *Bumastus*; parmi les Céphalopodes, les *Campulites*, *Gyroceras*; parmi les Mollusques gas

téropodes, les genres *Natica* et *Capulus* ; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Cardiomorpha* et *Cardium* ; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Terebratula*, *Orbiculoidea*, *Cyrthia*, *Spirigera*, *Productus*, *Chonetes* et *Spirigerina* ; parmi les Mollusques bryozoaires, les *Fenestrella*, *Polypora*, *Penniretepora* et *Omniretepora* ; parmi les Échinodermes, les genres *Protaster*, *Cyathocrinus*, *Abracrinus*, *Dimerocrinus*, *Rhodocrinus*, *Melocrinus*, *Enallocrinus*, *Caryocrinus*, *Ichthyocrinus*, *Geocrinus*, *Eucalyptocrinus*, *Calliocrinus* ; parmi les Zoophytes, les genres *Favosites*, *Cyathophyllum*, *Lithostrotion*, *Diphiphyllum*, *Favastrea*, *Actinocyathus*, *Alveolites*, *Halicites*, *Harmodites*, *Ellipsocyathus*, *Cystiphyllum*, *Heliolites*, *Cyathaxonia* et *Blumenbachium*. En résumé, en prenant le chiffre total de ces genres, on en aura 59 qui, par leur répartition actuelle, inconnus qu'ils sont dans l'étage silurien-inférieur, tandis qu'ils n'apparaissent que dans le silurien supérieur, seront autant de caractères positifs tirés des genres dont on pourra se servir pour distinguer l'un d'avec l'autre.

§ 1711. Parmi ces 59 genres nés à l'étage silurien-supérieur, il en est 10 qui sont inconnus, jusqu'à présent, dans les autres étages inférieurs ou supérieurs du monde et peuvent encore être considérés comme d'excellents caractères positifs pour l'en distinguer ; ce sont les genres suivants : parmi les Crustacés, le genre *Bumastus* ; parmi les Bryozoaires, les *Omniretepora* ; parmi les Échinodermes, les *Protaster*, les *Caryocrinus*, les *Ichthyocrinus*, les *Geocrinus*, les *Eucalyptocrinus*, les *Calliocrinus*, parmi les Zoophytes, les *Propora*, les *Blumenbachium*, qui naissent avec l'étage silurien supérieur et s'éteignent avec lui, n'ayant vécu que pendant cette faune. Joignons encore à ceux-ci les genres *Odontopleura*, *Calimene*, *Cyphaspes*, *Ampyx*, *Lituites*, *Oncoceras*, *Hortolus*, *Orbicella*, *Sulcopora*, *Cupulocrinus* et *Tentaculites*, qui se sont également éteints dans l'étage silurien-supérieur, sans passer au suivant. On conçoit que, tant qu'on n'aura pas trouvé d'exception, tous ces genres, formant caractères positifs, seront d'une grande importance pour faire reconnaître l'étage silurien-supérieur. C'est de l'ensemble et de la combinaison des caractères stratigraphiques positifs et négatifs que naissent les différences de facies de faunes qui pourront toujours servir à faire reconnaître l'étage partout où il se présente.

§ 1712. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Joignons aux caractères paléontologiques tirés des genres, qu'on voit être suffisants, ceux, également des plus positifs, qu'on peut demander aux espèces. Si, en effet, on emprunte aux formes génériques des caractères généraux de faunes, les espèces qui, presque toutes, sont différentes, dans l'étage silurien supérieur, des espèces de l'étage silurien inférieur, nous donneront encore des caractères plus positifs et plus

Fig. 348. Calymene Blumenbachii.

Fig. 350. Lingula Lowisii.

Fig. 351. Orthis rustica.

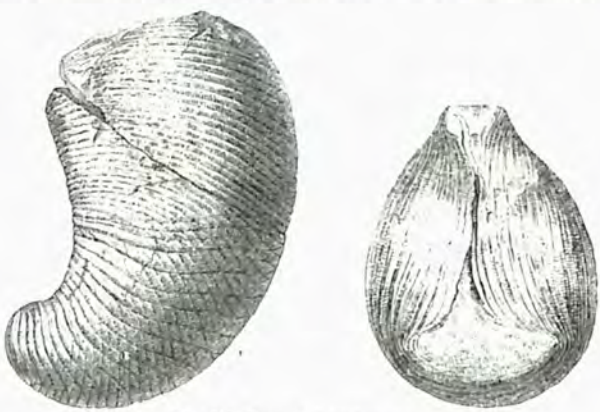


Fig. 349. Campulites ventricosus.

Fig 352. Pentamerus Knightii.

spéciaux. Comme on peut le voir dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, nous connaissons, en animaux Mollusques et

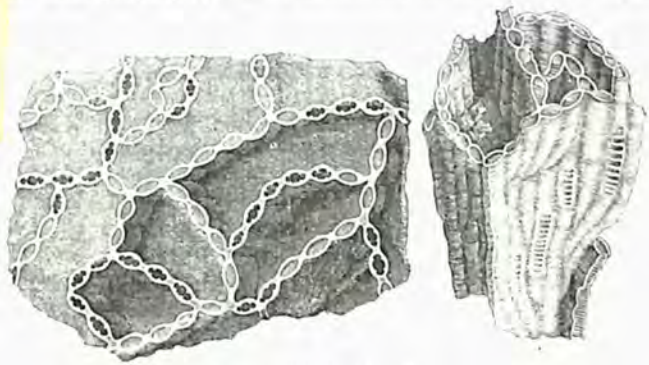


Fig. 353. Haheules labyrinthicus.

Rayonnés seulement, le nombre de 418 espèces (1) discutées dans leurs rapports et leurs limites, qui forment, dès lors, autant d'espèces caractéristiques de cet étage (§ 1612), propres à toutes les zones de profondeur des mers et à toutes les natures de sédiments de l'étage silurien supérieur ou murchisonien du monde géologique connu. Nous donnons ici quelques-unes de ces espèces avec des types des autres animaux de cette faune (*fig.* 348 à 354).

Fig. 354.
Cyathaxonia Dalmani.

Parmi ces 418 espèces caractéristiques de l'étage, il en est un assez grand nombre auxquelles nous attachons une plus grande importance, en ce qu'elles se trouvent presque partout, soit qu'elles aient été plus communes, soit que les circonstances leur aient été plus favorables. Il suffit de jeter les yeux sur la liste des espèces de notre Prodrome pour s'assurer du grand nombre d'espèces communes entre l'Angleterre, la France, la Suède, la Bohême et la Russie, jusque dans l'Oural. Parmi celles-ci nous pouvons citer, plus particulièrement, le *Cardium interruptum* (*Cardiola id.*) (Prodrome, n° 103), qui se rencontre dans l'ouest et le sud de la France, à Feugrolles, à Saint-Jean-sur-Erve, à Saint-Sauveur, à Nefliés; en Espagne, en Sardaigne, en Bohême, en Angle-

(1) Voyez ces espèces avec leur synonymie et leur répartition géographique, dans notre *Prodrome de paléontologie stratigraphique*, t. I, p. 27 : premier étage B murchisonien.

terre, etc.; et distingue parfaitement cet horizon. D'autres, plus largement réparties, passent par-dessus toutes les zones isothermes actuelles, et se trouvent, sans distinction de régions chaudes, tempérées et froides ni de distances, en Europe, de l'Espagne, de la Sardaigne, à la Suède; en Norwége et en Russie, jusqu'à la chaîne de l'Oural; en Amérique, de l'État d'Alabama jusqu'au Canada; ou bien se rencontrent encore à la Nouvelle-Hollande, embrassant ainsi plus de la moitié de la surface du monde. Ces espèces sont les suivantes:

CRUSTACÉS.

Calymena Blumenbachii.
Phacops limulurus.
Bumastus Barriensis.
Homalonotus delphinocephalus.
Cheirurus insignis
Sphærexochus mirus.
Agnostus latus.

MOLLUSQUES.

	N° du Prodrome.
Orthoceratites ibex.	18
Loxonema sinuosa.	40
Conularia Sowerbyi.	82
Chonetes striatella.	126
Leptæna transversalis.	132
Strophomena rhomboidalis.	147
Orthis elegantula.	150
— hybrida	151

MOLLUSQUES (suite).

	N° du Prodrome.
Orthis biloba.	159
Hemithiris Wilsoni.	172
— crispata.	174
Atrypa deflexa.	194
— nitida.	216
Pentamerus galeatus.	263
— oblongus.	264
Spirifer crispus.	277
— sulcatus.	278
— cyrtæna.	282
Spirigerina affinis.	291
— aspera.	292
Spirigera tumida.	302

ÉCHINODERMES.

Eucalyptocrinus decorus.	332
Ichthyocrinus pyriformis.	346

Ainsi, d'après les connaissances actuelles, nous aurions déjà 30 espèces, qui se trouveraient réparties à la fois sur l'Europe et l'Amérique et prouveraient la parfaite contemporanéité de ces dépôts; car ces individus communs aux deux pays viennent évidemment de la même forme spécifique, et dénotent, à la fois, identité de conditions d'existence, et même des mers non interrompues, se communiquant à cette époque. C'est, de plus, la meilleure preuve que nous puissions apporter de la spécialisation des espèces dans les étages, et de leur importance comme caractères paléontologiques dans la reconnaissance des étages, puisque, sur les 418 espèces propres à l'étage silurien, 30 se trouvent sur une aussi grande surface des mers anciennes à cette époque.

§ 1713. **Chronologie historique.** Nous avons laissé l'étage silurien inférieur continuant à nourrir sa faune et à former des dépôts de sédiments. Que s'est-il opéré, pour anéantir cette faune de l'étage silurien? Toujours est-il que cette faune est restée ensevelie dans les couches terrestres, et qu'après un laps de temps sans doute considérable, une au-

tre série d'êtres a été créée à la fois sur toutes les parties du monde et est venue remplacer la première. Comment cette extinction des espèces de l'étage silurien inférieur s'est-elle opérée ? comment cette nouvelle création de l'étage silurien supérieur est-elle venue ? Telles sont les questions qui naissent naturellement de ces deux faits incontestables. Comme, dans ce premier âge du monde, pas plus que dans les suivants, on ne peut attribuer l'extinction au changement de température, ni aux modifications des conditions d'existence, ainsi que nous avons cherché à le démontrer (§§ 1585, 1895) aux résultats généraux, nous croyons que cette extinction s'explique très-naturellement par une de ces dislocations géologiques dont nous avons calculé les effets (§ 163 à 171). Nous supposons donc qu'une dislocation géologique d'une grande importance est venue, par le déplacement des matières solides dans les eaux, apporter une perturbation générale à la surface du globe et anéantir la faune de l'étage silurien inférieur, par suite du mouvement prolongé des eaux. Après ce mouvement, la tranquillité s'est rétablie peu à peu : les mers sont redevenues paisibles ; les continents sont restés exondés, et une main toute-puissante § 1602) est venue repeupler la terre et les mers de ces animaux et de ces végétaux. C'est ainsi que nous pouvons concevoir et expliquer à la fois les *deux faits sans réplique* que nous voyons dans les étages : l'anéantissement de l'ancienne faune silurienne, et ensuite l'apparition de la nouvelle. En effet, nous avons vu, dans ce changement, s'opérer les mutations suivantes : 28 genres (§ 1694) d'animaux articulés Mollusques et Rayonnés ont été anéantis pour toujours, en même temps que 426 espèces (§ 1695) appartenant à plusieurs classes d'êtres ; et il a paru plus tard, avec l'étage silurien supérieur, 59 genres inconnus à l'étage silurien inférieur (§ 1709), en même temps que 418 espèces (§ 1711) qui n'existaient pas dans l'étage inférieur.

§ 1714. Durant la période de l'étage silurien supérieur ou murchisonien, les mers étaient à peu près les mêmes qu'à l'étage silurien inférieur. Peut-être avaient-elles déjà abandonné une partie de la surface centrale de la Bretagne ; mais, bien certainement, elles avaient avancé vers l'est, soit dans le pays de Galles, soit dans le Cumberland en Angleterre, en laissant à l'ouest de larges atterrissements continentaux (*voyez* partie I *a*, *fig.* 339). Elles s'étendaient probablement sans interruption de l'Europe à l'Amérique. Elles occupaient une grande partie de l'Amérique méridionale, de l'Amérique septentrionale, et couvraient toute la portion de l'Europe qui s'étend depuis l'Espagne jusqu'au lieu où est aujourd'hui la chaîne de l'Oural. Ces mers montraient quelques lambeaux de leurs anciennes limites côtières : en France, à Saint-Sauveur ; en Angleterre, un peu au sud-est des limites de l'étage silurien

inférieur, ce qui montrerait que les terrains littoraux se seraient exhaussés : fait qu'on trouve également en Suède et aux États-Unis. Ces mers étaient soumises à toutes les influences locales que subissent les mers actuelles, par rapport aux dépôts sédimentaires et à la distribution des êtres, suivant le degré de profondeur des eaux et la nature côtière ou pélagienne des sédiments qui permettaient à chacun son existence spéciale.

Ces mers nourrissaient de plus que l'étage silurien inférieur : parmi les animaux vertébrés, quelques genres de Poissons inconnus dans l'époque antérieure; parmi les Crustacés, un grand nombre de genres de Trilobites, qui, à cette époque, sont arrivés à leur maximum de développement; parmi les animaux Mollusques, quelques genres de Céphalopodes, de Gastéropodes, de Lamellibranches; plusieurs genres de Brachiopodes et de Bryozoaires; parmi les animaux Rayonnés, quelques genres d'Échinodermes, spécialement des Crinoïdes et des Zoophytes; enfin 59 genres inconnus à l'étage précédent, et qui commencent à se montrer, avec un nombre plus ou moins grand d'espèces. A ces animaux, pour compléter les êtres qui peuplaient les mers, nous pouvons ajouter quelques plantes marines des genres suivants, propres à l'État de New-York, figurées et décrites sous les noms suivants, par M. Hall :

Fucoides Harlani (Medina Sandstone).
Fucoides gracilis (Clinton group).
— biloba id.
Fucoides heterophyllus (Medina).
— auriformis, id.
Hictnolites Beeckei, Hall.

Les continents de cette époque étaient certainement couverts de végétation; car les traces charbonneuses de Saint-Sauveur dénotent des dépôts littoraux de plantes terrestres. Ces continents sont, à ce qu'il paraît, restés les mêmes pour le plateau central de la France; mais pour le massif breton, ils se sont probablement accrus de surfaces de l'étage silurien inférieur alors exondées. En Angleterre, un continent a peut-être alors formé, à l'ouest du pays de Galles, une large bande laissée par l'étage silurien inférieur, et une seconde dans le Westmoreland. (*Voyez* en France et en Angleterre, les surfaces marquées 1 *a* dans notre carte, *fig.* 408.) Ce seraient, en Angleterre, les premières terres qui, en s'augmentant successivement dans l'avenir, sont destinées à faire partie du continent que nous désignerons comme *île Anglaise*.

La répartition uniforme des mêmes êtres sous les régions aujourd'hui chaudes, tempérées et très-froides du 65° de latitude nord prouve qu'à cette époque, comme pour l'étage silurien inférieur, les zones isothermes que nous connaissons n'existaient pas encore, neutralisées, sans doute, qu'elles étaient par la chaleur centrale propre à la terre.

Nous avons dit encore que, pendant la durée très-prolongée de cette époque, à en juger par l'épaisseur des dépôts qui s'y sont formés (§ 1704), il a dû se manifester des oscillations locales du sol analogues à ce que nous voyons aujourd'hui dans le nord de l'Europe.

On voit, en résumé, que la terre et les mers, avec moins d'êtres et surtout avec ceux-ci très-différents de l'époque actuelle, étaient soumises à toutes les lois physiques et naturelles que nous voyons exister aujourd'hui.

§ 1715. L'époque silurienne supérieure paraît avoir été interrompue par un mouvement géologique que nous retrouvons dans les discordances de l'étage (§ 1701). Peut-être la dislocation du *système du Westmoreland et du Hundsruck* de M. Élie de Beaumont correspond-elle à la fin de cette époque. Peut-être aussi le *système Itacolumien*, observé au Brésil par M. Pisis, marquerait-il encore une dislocation de la fin de l'étage silurien supérieur. Sa direction est de l'E. à l'O., et se voit du 26° au 27° de latitude, et du 46° au 57° de longitude occidentale de Paris. C'en est assez, nous le croyons, pour expliquer la fin de l'étage, il y aurait donc ici le rapport le plus intime entre les mouvements géologiques que nous supposons avoir arrêté la durée de cette époque, et les limites des faunes qui en seraient le résultat palpable.

2e Etage : DEVONIEN, Murchison.

Première apparition des Reptiles et des Annélides tubicoles.

Règne de la classe des Mollusques brachiopodes ; de l'ordre des Poissons ganoïdes ; des Crinoïdes fixes ; des familles de Poissons diptéridées, acanthotidées et céphalaspidées ; du genre *Clymenia*.

Zone. De l'*Holoptichus nobilissimus*, du *Phacops macrophthalmus*, de l'*Aganides retrorsus*, du *Murchisonia bilineata*, du *Cardinia Hamiltonensis*, du *Spirigerina reticularis*, des *Cystiphyllum Dammoniense*, etc.

§ 1716. **Dérivé du nom.** M. Murchison a fait dériver ce nom de celui du *Devonshire*, en Angleterre, où il place le type de cet étage. Il lui donne la même terminaison euphonique qu'à celui de silurien ; c'est encore, nous devons le signaler avec plaisir, un nom tout à fait indépendant des caractères si variables de la composition minéralogique, motif qui l'a probablement fait adopter si généralement.

§ 1717. **Synonymie.** *Système devonien* (*Old-Red-Sandstone Serie*, Murchison, Sedwick *Terrains de transition supérieurs* de MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy. *Vieux grès rouge* de M. de la Bèche. *Étage des grès pourprés* de M. Cordier. *Formation paléopsammérythrique* de M. Huot. *Devonian group* de M. Morris. *Grès pourpré intermédiaire* de

M. Boué. *Grauwackgebirge* des Allemands. *Terrain anthraxifère* de M. d'Omalius. *Terrain devonien* de M. Beudant.

Type Français à Ferques (Pas-de-Calais), à Viré (Sarthe) ; type Anglais à Petherwin ; type Allemand à Paffrath, Bensberg, Elbersreuth, etc.

§ 1718. **Extension géographique.** On connaît en France l'étage devonien le mieux caractérisé. (*Voyez* la partie marquée 2 dans la carte, *fig.* 408.) Sur le grand massif de la Bretagne, il occupe, d'après MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, une bande parallèle au cours de la Loire depuis Chavaignes, en passant par Rablay, Chalonnes, Ingrande (Maine-et-Loire), jusqu'à Ancenis et Riaillé (Loire-Inférieure). Un autre lambeau se voit, d'après M. de Verneuil, dans la même direction, d'Angers à Châteaubriant. Un autre occupe Viré et Brulon (Sarthe), et s'étend probablement à Gahard, près de Rennes, à Izé, près de Vitré (Ille-et-Vilaine). Quelques autres se montrent à la Baronnière (Mayenne), dans la rade de Brest, à Kerlever, au Faou, à l'île Ronde, à la presqu'île de Crozon (Finistère), à Néhou (Manche). Dans le nord de la France on en voit un lambeau très-remarquable par ses fossiles, à Ferques (Pas-de-Calais); puis, à Bellignies (Nord), et à Mondrepuis (Aisne), commencent des surfaces qui s'étendent dans la Belgique. Dans les Pyrénées, on a encore reconnu positivement l'étage dans les marbres rouges et verts des parties de la vallée supérieure de Campan (Hautes-Pyrénées), à Gèdre, sur la pente du Bréda, à Marignac, près de Saint-Béat, à Sirp (Haute-Garonne) ; sur le versant méridional des montagnes Noires (Aude) ; à Nefflés (Hérault). En Espagne, MM. Paillette et de Verneuil l'ont reconnu dans les Asturies, à Feroñes ; dans la Catalogne, au col d'Ogasa, et à Leon Sabero.

En Angleterre, l'étage devonien occupe une aussi vaste surface que les étages plus anciens. Il couvre presque toute l'extrémité sud du Cornwall et du Devonshire, l'extrémité nord du Devonshire et une partie du Somerset ; il reprend ensuite à l'extrémité sud-ouest du pays de Galles, forme une bande est-nord-est qui s'élargit ensuite, prend une grande extension au sud-est des dépôts de l'étage silurien supérieur dans les districts de Caermarthen, de Glamorgan, de Monmouth, de Becknock, d'Hereford, de Worcester et de Montgommery. Un lambeau se voit encore dans l'île d'Anglesey : ce sont les localités où l'étage est peut-être le mieux représenté au monde par ses fossiles. Il reparaît ensuite en Écosse, dans les collines de Lammermoor et de Pentland.

En Belgique, une large bande est-nord-est s'étend depuis Avesnes, en France, en passant par Chimay, Couvin, par Beaumont, à Givet, à la Malche, à Ferrière, à Verviers, à Eupen, jusqu'à Stolberg et à Eschweiler dans le grand-duché du Rhin, en Prusse. On le retrouve encore dans le même duché, en plusieurs lambeaux, à Schœnecken, à Prüm, à Ge-

rolstein, à Hildesheim, à Blankenheim, à Sœlenich, à Stromberg, sur la rive gauche du Rhin. La rive droite en offre encore de vastes lambeaux dans le duché de Nassau, à Katzenellenbogen, à Dietz, à Limbourg, à Wilmar, à Hadamar, à Weilburg; quelques petits, plus au nord, à Dillenburg, à Ruppichterod, à Attendorn; près de Cologne, à Bensberg, à Refrath, à Paffrath. Une petite bande est se voit à Ratingen; une autre près de Mettmann, qui s'étend à Elberfeld, à Schwelm, à Limberg, à Iserlohn, fait un coude vers le sud pour se rendre à Balve, puis retourne à l'est par Altendorf, Brilon, jusqu'à Bleiwasch.

Quelques lambeaux se montrent dans le Wurtemberg, à Friederich-Hall; dans le Hartz, au nord-ouest de Magdebourg; dans la Bavière, près de Bayreuth; dans la Silésie, à Ebersdorf, à Glatz.

La Russie, d'après les beaux travaux de MM. Murchison, de Verneuil, et de Keyserling, en montre d'abord une vaste surface dirigée à l'ouest-nord-ouest, depuis Voronej, en passant par Orel, par Smolensk, Dünaburg, Mittau, jusqu'à Wendau sur la mer Baltique; il couvre le golfe de Livonie ou de Riga, et représente une grande étendue, se dirigeant au N.-N.-E., occupant la Livonie, Pskof, le sud-est de la province de Saint-Pétersbourg, l'ouest des gouvernements de Novgorod, et va en se rétrécissant depuis Novgorod, Tichwen, jusqu'au bord du lac Onéga. Cette même bande, avec la même direction, reprend de l'autre côté du lac Onéga, par Pudoj, par le lac Voldo, Onéga, Archangel, aux deux côtés du débouché de la mer Blanche, dans la mer Glaciale, jusqu'en dedans du cercle polaire. On retrouve encore l'étage devonien sur le versant occidental de l'Oural, depuis le 51e degré de latitude jusqu'au 61e. Il reparaît, ensuite, plus au nord, dans les montagnes du Timan, vers le 63e degré, et se continue jusqu'au golfe de Tcheskaia, dans la mer Glaciale et au cercle polaire. Un point se montre en Norwége dans la Dalécarlie On le connait encore en Europe, en Pologn , à Kielce, à Dabrowa. L'Asie Mineure en offre un lambeau d'après les recherches de M. Tchiacheff, à Iznika (ancienne Nicée), à Antiborus, frontière du Kurdistan; on sait encore qu'il existe dans la province de Yuennam, à 100 lieues au nord de Canton, en Chine, où M de Koninck croit l'avoir reconnu par les fossiles.

L'Amérique est aussi bien répartie que l'ancien monde pour l'étage devonien. D'après la carte de M. Lyell, on en voit deux petits lambeaux dans le Massachussets; une grande surface commence au sud de l'État de New-York, d'où il se sépare en deux bandes dirigées au S.-S.-O. L'une, à l'est, passe dans les États de Pensylvanie, de Virginie, jusque dans le Tennessee L'autre branche, ouest, suit les bords occidentaux du lac Érié, passe par les provinces de l'Ohio et du Kentucky, jusque dans le Tennessee. Une autre vaste surface occupe le Michigan, sur les bords

du lac Huron et du lac Michigan. Une dernière bande, en cercle, se voit dans les États d'Illinois, d'Indiana, du Kentucky et du Missouri. L'Amérique méridionale offre aussi cet étage très-développé. Il couvre, en effet, une surface immense, de plus de 300 lieues, sur les versants orientaux des Andes boliviennes, depuis la province de Muñecas, en passant par Cochabamba, Potosi et Chuquisaca, jusque auprès de Santa-Cruz de la Sierra. Il reparaît ensuite à l'est de la province de Chiquitos, où il est encore très-développé. On sait, de plus, qu'il constitue le sol des îles Malouines et qu'il se rencontre à la Nouvelle-Hollande, à l'île de Van-Diémen et dans l'Australie. On voit, par ce qui précède, que l'étage devonien est un des plus répandus à la surface du globe.

§ 1719. **Superposition.** (*Voyez* étage 2 de la coupe, *fig.* 339). Sur les points où l'on a parfaitement constaté sa superposition, on a reconnu que, le plus souvent, l'étage repose sur l'étage silurien supérieur. C'est ainsi qu'on le trouve en France, dans les Pyrénées, dans la Manche et en Normandie. En Angleterre, il est en couches concordantes sur l'étage silurien supérieur, à l'est du pays de Galles. (*Voyez* étage 2, *fig.* 339). Il paraît en être de même en Belgique, dans le grand-duché du Rhin. C'est le fait partout dans l'Oural, dans l'Amérique septentrionale et dans l'Amérique méridionale, depuis les Andes boliviennes jusqu'aux collines à l'est de Chiquitos. Il est dès lors certain que l'étage devonien a partout succédé régulièrement à l'étage silurien supérieur ou murchisonien, avec lequel il partage souvent les mêmes dislocations géologiques postérieures.

§ 1720. **Discordances.** Pour les limites inférieures de l'étage, nous les avons données en signalant les discordances supérieures de l'étage silurien inférieur (§ 1701). Les limites stratigraphiques supérieures entre les étages devonien et carbonifère sont marquées par des discordances d'isolement. Ces discordances consistent dans le manque, sur l'étage devonien, de l'étage carbonifère, en Dalécarlie, en Suède, où l'étage qui nous occupe se trouve sans les étages inférieurs et supérieurs qui l'accompagnent toujours, lorsque la succession est régulière. Cet isolement nous donne les limites parfaites, et la certitude que l'époque devonienne diffère géologiquement d'un côté de l'étage silurien supérieur, et de l'autre de l'étage carbonifère, et qu'il forme une époque spéciale dans l'histoire du monde. Les discordances d'isolement données par le manque, sous l'étage carbonifère, de l'étage devonien, sont très-nombreuses et très-marquées. Les travaux de M. Barande prouvent qu'aux environs de Prague et de Pilsen, l'étage carbonifère repose, en couches discordantes, sur l'étage silurien. Au Nouveau-Brunswick et à la Nouvelle-Écosse (Canada), l'étage carbonifère paraît reposer, immédiatement sans intermédiaire, sur l'étage silurien supérieur.

Lorsqu'on voit sa base, il repose quelquefois, aussi, sur les roches azoïques ou granitiques, par exemple dans la Vendée, et sur presque tous les points du grand plateau central. En Russie, tel est le fait pour le lambeau du Donetz, près de la mer d'Azof. Comparé à la concordance qui nous donne la preuve que l'étage carbonifèrien (§ 1739) a bien succédé à l'étage devonien dans l'ordre chronologique, nous avons les discordances qui viennent nous fixer sur les véritables limites de l'un et de l'autre; car il est évident que, pour que l'étage carbonifèrien repose, au Canada sur l'étage silurien supérieur, il faut qu'il manque, sur ce point, l'étage devonien qui lui est inférieur sur les points intacts. Pour que l'étage carbonifèrien repose, en Bohême, sur l'étage silurien, il faut qu'il manque deux étages sur ce point. Pour que, dans la Vendée, sur le plateau central de France, et dans le Donetz, l'étage carbonifèrien repose sur les terrains azoïques et granitiques il faut qu'il manque, sur ces lieux, les étages devonien et silurien qu'on trouve partout les uns sur les autres en Angleterre, en Russie, en Allemagne, en Belgique, aux États-Unis et dans l'Amérique méridionale. Ce manque de l'étage devonien sur ces points équivaut, pour nous, à la discordance la plus tranchée; car il a fallu un grand mouvement géologique entre les étages devonien et carbonifèrien, pour qu'un seul des deux existe sur ces points, quand ces étages se suivent régulièrement ailleurs. Il y a donc eu, certainement, une perturbation géologique sur ces différents lieux où l'ordre est interrompu, entre les deux époques, qui a bien limité, bien séparé géologiquement les étages devonien et carbonifèrien. C'est cette séparation des deux étages sur les points où il y a lacune qui nous donne, pour les points où il y a concordance, les véritables limites comparatives des deux étages, les points où s'arrête l'un et où commence l'autre. En effet, au lieu de se succéder régulièrement, pour que l'étage devonien manque sous l'étage carbonifèrien, il a fallu, nécessairement, sur ces points, sans doute surélevés au-dessus des mers pendant la période devonienne, qu'il se fît ensuite, au commencement de la période carbonifèrienne un mouvement d'affaissement; car, sans cette circonstance, l'étage carbonifèrien n'aurait pu se déposer sans celui qui lui est inférieur dans l'ordre chronologique.

§ 1721. **Déductions tirées de la position des couches.** Les couches de presque tous les points où se trouve l'étage devonien de France sont fortement inclinées ou contournées. Il en est de même sur les bords du Rhin, en Belgique, en Angleterre, et dans l'Amérique méridionale; mais il paraît que dans beaucoup des contrées où se rencontre l'étage devonien aux États-Unis, il offre encore des parties considérables tellement peu éloignées de l'horizontalité, qu'on serait porté à croire qu'elles sont encore telles qu'elles ont été déposées primi-

tivement dans les mers de cette époque. Elles sont, alors, en couches concordantes sur l'étage précédent.

§ 1722. **Composition minéralogique.** En comparant encore la composition minéralogique des couches superposées, observées en Angleterre par M. Murchison, et aux États-Unis par les savants géologues de ces contrées, on trouve la comparative suivante des couches dans les deux contrées.

ANGLETERRE.	ÉTATS-UNIS.
Conglomérat (*D*, *fig* 339).	Vieux grès rouge.
Corn-stone (pierre grenue). *E*.	Groupe de Chemmung (argile et sable).
Tilestone (pierre schisteuse grenue), *F*.	Groupe de Portage (argile et sable).
	Schistes de Genesée.
	Calcaire de Tully.
	Groupe d'Hamilton (schistes).
	Schistes de Marcellus.
	Calcaire cornifère.
	Calcaire d'Onondaga.
	Grès de Schoharrie.
	Grès à queue de coq (grès brun).
	Grès d'Oriskany.

La diversité de nature de ces ensembles de couches superposées nous conduit naturellement aux mêmes conclusions que pour l'étage murchisonien (§ 1703). Si, à ces natures diverses de caractères minéralogiques, nous en joignons d'autres, nous verrons l'étage formé de calcaires et d'argile rougeâtre à Ferques, de calcaires noirs à Viré, de grès brun à Néhou, des fameux marbres rouges et verts à Campan, en France; de grès durs en Écosse; dans la Russie du nord, de marnes rouges, et de grès rouges très-tendres alternant avec des calcaires; dans la Russie du sud, de calcaires blanchâtres, de calcaires jaunes magnésiens, et même, à Orel, de calcaires avec du fer oolithique. Ces faits prouvent que les caractères minéralogiques sont sans aucune importance pour déterminer l'âge de l'étage devonien.

Relativement à la manière dont les fossiles sont répartis dans ces couches, nous pensons, de même que pour l'étage silurien supérieur (§ 1703), que cela tient à la nature des sédiments et aux circonstances locales; et nous ne voyons même aucun motif de valeur qui puisse servir à placer toujours, sur un point, une certaine série comme inférieure, quand le reste serait considéré comme supérieur. Pour nous, l'ensemble doit former un tout indivisible, une seule époque avec tous les accidents locaux qui peuvent la caractériser.

§ 1723. **Puissance connue.** Nous avons reconnu, à l'ensemble de

l'étage devonien dans l'Amérique méridionale, une puissance de 500 à 600 mètres; mais, sur d'autres points, comme dans l'Amérique septentrionale, dans l'État de New-York, on lui a reconnu jusqu'à 2,500 mètres; en Angleterre, M. Murchison leur trouve 3,050 mètres d'épaisseur, puissance qui témoigne de la longue durée de cette période géologique.

§ 1724. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous arrivons encore ici, par l'application des causes actuelles, à reconnaître dans l'étage devonien les circonstances suivantes de l'état des mers.

Points littoraux des mers. — Si, par l'abondance des corps flottants (§ 94-97), nous cherchons les dépôts côtiers de l'étage devonien, nous les trouverons parfaitement caractérisés par le grand nombre de *Clymenia*, en France, à Campan (Hautes-Pyrénées); en Espagne, au col d'Ogasa (Catalogne). L'Angleterre les montre dans le Devonshire, à Babbacombe, à Torquay, à Croyde-Bay, à Baggy-Point, à Meadsfoot-Sands, dans le Cornwall, à Peterwin. L'Allemagne les offre sur plusieurs points : dans le Hartz, à Lautenthal, à Schulenberg; surtout dans la Bavière, à Elbersreuth, à Gattendorf, près de Bayreuth, à Schubelhammer, au Fichtelgebirge, à Gieser, à Durrewal, à Geroldsgrun; dans le duché de Nassau, à Oberscheld, à Wissembach, à Erbach, à Pessacher; dans la Silésie, à Ebersdorf, où ont été rencontrés ces nombreux *Aganides* et *Clymenia* décrits par M. le comte de Munster et d'autres savants allemands. La Russie pourrait peut-être les offrir à Orel, sur les bords du Don, près de Voronége; à Lichvin, à Pskof, sur les bords du lac Ilmen; dans la Russie septentrionale, à Uchta. Aux États-Unis, les lieux où se rencontrent le plus de coquilles flottantes, et qu'on pourrait, pour cette raison, regarder comme des points littoraux, sont, dans l'État de New-York, Bloomfield, Ontario-County et Chautauque-County. Ces points côtiers, par rapport à ceux que nous a donnés l'étage silurien supérieur, offrent quelques résultats importants. Si, en effet, les points côtiers de cet étage se trouvent encore, dans l'État de New-York, presque parallèles à ceux de l'étage antérieur, il n'en est pas ainsi des points littoraux que nous avons signalés en France, en Espagne, en Angleterre, en Allemagne et même en Russie, où ces points donneraient de nouvelles circonscriptions des mers à l'étage devonien.

§ 1725. **Points sous-marins voisins des côtes.** Le plus grand nombre de Gastéropodes et de Lamellibranches des points suivants pourrait les faire croire déposés près des rivages, mais au-dessous du balancement des marées. Ce sont, en même temps, des localités remarquables pour les fossiles. En France, la couche calcaire de Néhou (Manche), de Bellignies (Nord), de Gahard, d'Isé, près de Vitré (Ille-et-Vilaine), de

Mondrepuis (Aisne), de Marignac, près de Saint-Béat (Haute-Garonne), de Nefliés (Hérault). En Angleterre, dans le Devonshire : Plymouth, Brushford, Saint-Mary Church, Ilfracombe, Mudstone-Bay, Barnstaple, Bradley, Hope, Halberton, Marwod, Barton, etc.; dans le Cornwall : Tintagel, Foway; dans le Brecknochshire : Horeb-Chapel. En Allemagne, citons quelques lieux : dans le Wurtemberg, Friederich-Hall; dans la principauté de Waldeck, Adorf; dans le Hartz, Lerbach, Clausthal, Hern, Hunger, Zillerfeld; dans le duché de Rhin, Paffrath, Pelm, Gerolstein, près de Coblentz, près de Mayence; dans la Westphalie, Refrath, Solengen, Iserlohn, Bilstein, Lindlar, etc; dans le duché de Nassau, Munchen-Muhle, Willmas; dans la Silésie, Falcklenberg, Glatz. En Russie, Prussino, Tchudova, Volkof, Zadonsk, etc.; dans la Russie septentrionale, la chaine de l'Oural, à Scribrianka; la chaine du mont Teiman, Wol, Isma, Sjass. Aux États-Unis, dans l'État de New-York, Hamilton, Williamsville, Cahaqua-Creek, Cayaya, Chaslon, Philipsburg, Vienna, etc.; dans la Virginie, Preston-County; dans l'Indiana, Camp Creek, Lewis; dans le Kentucky, Louisville, chutes de l'Ohio.

§ 1726. **Points profonds des mers devoniennes.** Par le nombre dominant des Mollusques brachiopodes, bryozoaires, et des Crinoïdes, nous devons considérer les points suivants comme s'étant déposés dans les régions profondes des mers. En France, les couches de grès de Néhou, de Viré, de Brulon (Sarthe), de Ferques (Pas-de-Calais), points très-remarquables et tout à fait caractéristiques, comme ensemble de faune; Kerliver et le Faou (Finistère). En Espagne, Feroñes (Asturies). En Angleterre, dans le Devonshire, Newton-Buschel, Pilton, etc. En Belgique, Chaude-Fontaine, Chimay, Couvin. En Allemagne, Bensberg, Ratingen, Martinberg, Goslar, etc. Aux États-Unis, dans l'État de New-York, Genesee-County, Moscow, Avon. Dans l'Amérique méridionale, en Bolivia, la Viña Perdida, Challuani (Mizqué), Cochabamba, Rio de Tomina, Tacopaya (Chuquisaca), Achacaché, près de la Paz. Les îles Malouines. Asie Mineure, Iznika (ancienne Nicée). Nous attribuons encore à l'éloignement des côtes ces surfaces si considérables de dépôts devoniens, où, en Bolivia, on trouve çà et là quelques traces de fossiles.

Ces grands traits des régions passées des anciennes mers devoniennes, aussi bien que la diversité des sédiments suivant les lieux, prouvent qu'elles étaient soumises aux mêmes conditions d'existence, aux mêmes agents charrieurs que les mers actuelles.

§ 1727. **Oscillations du sol.** Si des oscillations du sol, durant les étages siluriens, nous paraissent évidentes, elles le seront bien plus encore pour l'étage devonien. D'abord la conservation des points côtiers de cette époque nous amène à cette conclusion (§ 1708); car il est évident, comme nous l'avons déjà dit, qu'il a fallu un affaissement local

pour que ces points côtiers aient été recouverts et se soient conservés comme nous les retrouvons ; mais la manière dont les dépôts de houille sont répartis dans l'étage nous confirme encore plus dans cette opinion, comme nous le discuterons à l'étage carboniférien, où ces faits sont bien plus marqués (§ 1755). Nous ne pouvons, en effet, nous rendre compte que de cette manière de la présence des dépôts de houille, ou d'anthracites, intercalés au milieu des couches marines, comme on le voit à Arnao (Asturies), ou depuis Orbo jusqu'à Otero-de-las-Dueñas, comprenant le bassin de Sabero, sur le revers méridional de la chaîne Cantabrique, en Espagne. Qu'on explique comme on voudra la formation de ces dépôts de végétaux qui ont formé la houille (§ 1751) : toujours est-il que, pour que ces dépôts de végétaux soient recouverts de sédiments marins contenant seulement des coquilles marines, il faut que postérieurement à leur formation, ils se soient affaissés sous les eaux de la mer, les sédiments marins n'ayant pu qu'à cette condition se déposer par-dessus. Nous pensons au moins qu'il serait difficile d'expliquer autrement cette alternance réelle, que MM. Paillette et de Verneuil ont parfaitement constatée en Espagne.

Comme fait remarquable de conservation, nous citerons le *Turbo subcostatus* de Paffrath, dont nous connaissons des exemplaires avec leurs couleurs, quoiqu'ils soient séparés de nous par vingt-trois étages ou époques géologiques.

§ 1728. **Caractères paléontologiques.** Nous avons vu que les caractères minéralogiques des couches, pas plus que leurs limites sur les points en stratification concordante, ne pouvaient servir à distinguer l'étage devonien, puisque ces caractères minéralogiques changent suivant les lieux, et que des couches si disparates, comme celles des Etats-Unis (§ 1722), sont en stratification concordante avec les nombreuses couches siluriennes inférieures et les couches carbonifériennes supérieures. Il ne nous reste donc de certains que les caractères paléontologiques. Nous allons chercher à le prouver.

§ 1729. **Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres.** Pour distinguer l'étage devonien des trois étages inférieurs, nous avons tous les genres éteints successivement dans ces deux premiers âges du monde. D'abord les 28 genres que nous avons vus naître et disparaître dans l'étage silurien inférieur (§ 1691) ; les 10 genres spéciaux à l'étage silurien supérieur (§ 1711) et qui n'y ont pas survécu ; puis enfin les genres *Odontopleura*, *Calimene*, *Cyphaspes* et *Ampyx*, parmi les Crustacés ; les genres *Lituites*, *Oncoceras*, *Hortolus*, parmi les Mollusques céphalopodes ; le genre *Orbicella*, parmi les Mollusques brachiopodes ; le genre *Sulcopora*, parmi les Mollusques bryozoaires ; les genres *Cupulocrinus* et *Tentaculites*, parmi les Crinoïdes, qui se sont

éteints, également, durant la période de l'étage silurien supérieur, et ne sont pas arrivés jusqu'à celui-ci. Nous aurions, alors, en réunissant tous ces genres, le nombre de 49 pouvant servir de caractères spéciaux, dans les terrains paléozoïques, pour distinguer l'étage devonien des deux étages inférieurs, attendu qu'ils ne s'y sont pas encore trouvés.

Pour distinguer l'étage devonien des deux étages carbonifère et permien qui lui sont supérieurs, nous avons encore, comme caractères négatifs, tous les genres suivants, qui lui sont encore inconnus, et sont, au contraire, spéciaux, jusqu'à présent, à ces deux étages supérieurs : parmi les Céphalopodes, les *Nautiloceras*, et les 2 genres suivants de notre tableau n° 5; parmi les Mollusques gastéropodes, l'*Acteonina* et les 5 genres suivants de notre tableau n° 7 ; parmi les Mollusques lamellibranches, l'*Edmondia* et les 6 genres suivants de notre tableau n° 8 ; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Coscinium* et les 5 genres suivants de notre tableau n° 10; parmi les Échinodermes, les *Cidaris* et les *Gilbertsocrinus*, et les 9 genres suivants de nos tableaux n° 11 et 12 ; parmi les Zoophytes, les 7 genres suivants de notre tableau n° 13 : c'est-à-dire 41 genres qu'on n'a pas encore rencontrés dans l'étage devonien. En résumé, 47 genres servent de caractères négatifs pour distinguer l'étage devonien des deux étages inférieurs, et 41 genres servent à le distinguer des deux étages supérieurs; 88 genres peuvent donc donner des caractères stratigraphiques négatifs pour distinguer l'étage devonien des autres étages des terrains paléozoïques.

§ 1730. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Nous voyons naître avec l'étage devonien les genres suivants, qui viennent se joindre aux genres déjà existants à cette époque, et forment autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour le distinguer des deux étages inférieurs Parmi les Reptiles, le genre *Sauropteris*, Hall ; parmi les Poissons ganoïdes, les genres *Psammolepis*, *Phytolepis*, *Glyptolepis*, *Glyptosteus*, *Holoptychus*, *Cricodus*, *Lamnodus*, *Platygnathus*, *Diplopterus*, *Dendrodus*, *Megalichthys*, *Dipterus*, *Osteolepis*, *Diplacanthus*, *Cheiracanthus*, *Cheirolepis*, *Acanthodes*, *Polyphractus Pterichthys*, *Pamphractus*, *Coccosteus*, *Cephalaspis;* parmi les Poissons placoïdes, les genres *Ctenacanthus*, *Ptychacanthus*, *OEtenoptychus*, *Holoptychus;* parmi les Crustacés, les genres *Cryphæus* et *Arges;* parmi les Céphalopodes, les genres *Aganides* *Cryptoceras*, *Clymenia*, *Sclenoceras*, *Nautilus ;* parmi les Gastéropodes, les genres *Macrocheilus*, *Pitonellus*, *Trochus*, *Serpularia*, *Phasianella*, *Cirrus*, *Porcelia*, *Metoptoma*, *Dentalium;* parmi les Lamellibranches, les genres *Pholadomya*, *Anatina*, *Lucina*, *Mytilus*, *Pecten*, *Thetis*, *Conocardium ;* parmi les Brachiopodes, les genres *Calceola*, *Strigocephalus* et *Uncites;* parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Reteporina*, *Hemitripa*,

Retepora, *Ichthyorachis*; parmi les Échinodermes, les genres *Gastrocoma*, *Pentremitidea*, *Echinosphærites*, *Cupressocrinus*, *Triacrinus*, *Ctenocrinus*, *Asterocrinus*, *Aplocrinus*, *Pentremites*, *Amblacrinus*, *Platycrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Thecostegites*, *Phillipsastrea*, *Cyathopsis*, *Strombodes*, *Dendropora*, *Amplexus*, *Caninia*, *Michelenia*; parmi les Amorphozoaires, le genre *Sparispongia*. Nous avons donc, en résumé, 78 genres, qui, inconnus dans l'étage silurien, pourront donner autant de caractères positifs pour le distinguer de l'étage devonien.

§ 1731. Parmi ces genres, nés à l'époque devonienne, il en est qui sont autant de caractères positifs pour le distinguer des deux étages suivants : ce sont tous ceux qui apparaissent et disparaissent dans cet étage, ne durant sur la terre que pendant une seule époque géologique. Voici la liste de ces genres, qui, jusqu'à présent, sont spéciaux et éphémères : parmi les Poissons, les genres *Psammolepis*, *Glyptolepis*, *Glyplosteus*, *Cricodus*, *Lamnodus*, *Platygnathus*, *Dendrodus*, *Ptychacanthus*, *Polyphractus*, *Pterichthys*, *Pamphractus*, *Coccosteus*, *Cephalaspis*; parmi les Crustacés, le genre *Arges*; parmi les Céphalopodes, les genres *Clymenia*, *Sclenoceras*; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Strigocephalus* et *Uncites*; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Reteporina*, *Hemitripa*; parmi les Échinodermes, les genres *Gastrocoma*, *Pentremitidea*, *Echinosphærites*, *Cupressocrinus*, *Triacrinus*, *Ctenocrinus*, *Asterocrinus*, *Aplocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Thecostegites*, *Phillipsastrea*, *Cyathopsis*, *Strombodes*, *Dendropora*. On voit que le nombre de ces genres spéciaux s'élève à 34, lesquels, joints aux 18 genres qui, nés antérieurement, meurent encore dans l'étage devonien sans passer à l'étage suivant : parmi les Crustacés, les genres *Brontes*, *Harpes*, *Homalonotus*, *Phacops* et *Eonia*; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Andoceras* et *Trocholites*; parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Cirtolites*; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Pentamerus*, *Spirigerina*, parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Limaria*; parmi les Échinodermes, les genres *Scyphocrinus*, *Glyptocrinus*, *Rhodocrinus*, *Melocrinus*, *Enallocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Streptolasma* et *Discophyllum*, forment le total de 52 genres pouvant donner des caractères positifs entre les étages devonien et carbonifère. Nous avons donc, comme offrant des caractères positifs génériques, 78 genres pour distinguer l'étage devonien des étages paléozoïques inférieurs, et 52 pour le distinguer des deux étages paléozoïques supérieurs; en tout, 130 genres pouvant, dans l'état actuel de nos connaissances, servir de caractères positifs. En résumé, de la combinaison des 130 genres servant de caractères positifs, et des 88 genres pouvant servir de caractères

négatifs pour distinguer l'étage devonien des autres étages des terrains paléozoïques, naissent ces différences d'ensemble qui font reconnaître de suite sa faune spéciale dans toutes les circonstances de dépôt et sous toutes les latitudes.

§ 1732. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** N'eussions-nous que les différences déterminées par les genres pour distinguer l'étage devonien des autres étages des terrains paléozoïques, nous aurions certainement assez de caractères. Mais il nous reste un moyen non moins certain : c'est celui que peuvent nous offrir les espèces. Nous donnons, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique, en animaux mollusques et rayonnés* seulement, le nombre de 1198 espèces (1) discutées avec le plus grand soin quant à leur nom et à leur synonymie, et qui forment autant d'espèces caractéristiques de cet étage (§ 1612) propres à toutes les conditions de dépôts, et aux zones diverses de profondeur des mers, à l'époque devonienne du monde entier. Les auteurs ont publié un grand nombre d'espèces comme étant identiques entre l'étage silurien supérieur et devonien. Nous avons reconnu, ainsi qu'on pourra le juger dans notre Prodrome, que cette identification tenait, le plus souvent, à de fausses déterminations, que nous avons dû rectifier. Il y a pourtant, après ces rectifications, quelques espèces qui se trouvent certainement dans les deux étages ; et, sous ce rapport, nous avons en effet reconnu positivement les *Strophomena rhomboidalis* (Prodrome, n° 820) et le *Spirigerina reticularis* (Prodrome, n° 1013), comme se trouvant à la fois dans les étages silurien supérieur et devonien ; mais, au moins jusqu'à preuve contraire, nous ne croyons pas aux autres espèces identifiées. Au reste, qu'on les explique ou non (§ 1605-1609), ces exceptions ne changent en rien la valeur des 1196 autres espèces, ou de la presque totalité des faits. Nous continuerons donc à considérer l'ensemble comme formant autant d'espèces caractéristiques auxquelles nous devrons ajouter les nombreux Poissons, les Crustacés et les Plantes, pour compléter la faune et la flore entière dont nous donnons ici quelques types (*fig.* 355 à 369).

En jetant les yeux sur les localités indiquées dans notre *Prodrome de Paléontologie* par le grand nombre d'espèces qui se trouvent à la fois en France, en Angleterre, en Espagne, en Allemagne et en Russie, jusqu'à l'Oural, on a de suite la certitude qu'il y a contemporanéité d'existence de tous ces différents points. Les belles recherches de MM. de Verneuil et d'Archiac ne laissent aucun doute à cet égard ; et l'opinion est tellement arrêtée à cet égard, que nous ne croyons

(1) Voyez la liste de ces espèces et de leur synonymie dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle*, t. I, p. 52. Deuxième étage : devonien.

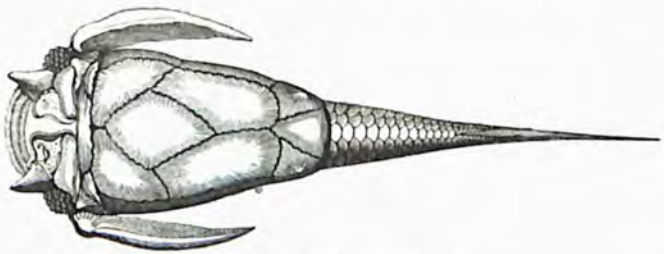


Fig. 355. Pterichthys cornutus.

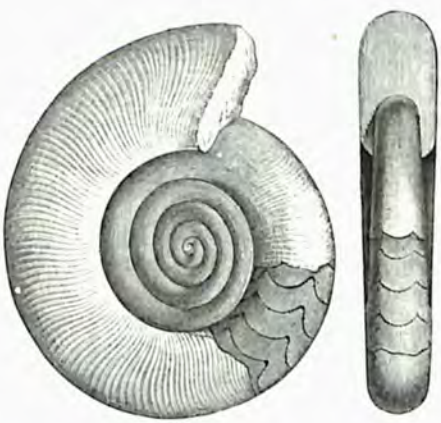


Fig. 357. Gyroceras Eifelensis

Fig. 356. Clymenia Sedwicki.

Fig. 363. Leptæna lepis.

Fig. 359. Turbo subcostatus.

Fig. 358.
Macrocheilus subcostatus.

Fig. 360.
Murchisonia bigranulosa

Fig. 362. Comularia ornata.

Fig. 366.
Pentremitidea Schultzi.

Fig. 361. Cirrus Goldfussii.

Fig. 369. Auloporа serpens.

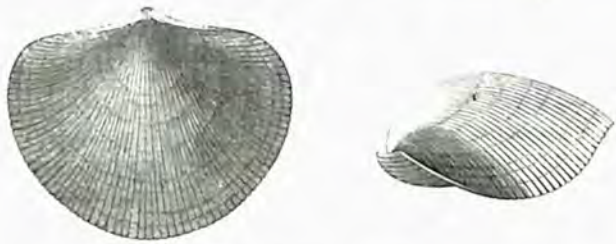


Fig. 364. Spirigerina reticularis.

Fig. 365. Spirigera Ezquerra.

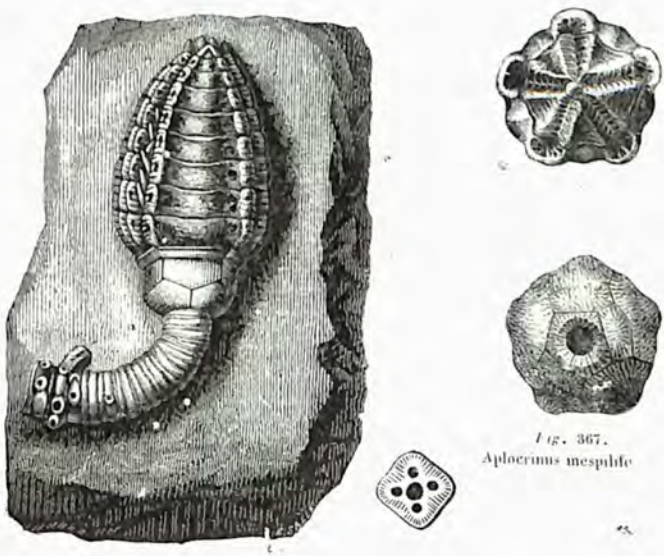


Fig. 368. Cupressocrinus crassus.

Fig. 367.
Aplocrinus mespilifo

pas devoir insister davantage. Parmi ces espèces, celle qu'on rencontre partout est surtout le *Spirigerina reticularis* (Prod., n° 1013). Parmi les espèces largement distribuées à la surface du globe, il en est qui ont une immense importance, en ce qu'elles peuvent, indépendamment de tous les caractères généraux tirés des genres, reculer encore les limites d'extension et de contemporanéité d'existence. Nous voulons parler des espèces qui, sans suivre aucune des lignes isothermes actuelles, se trouvent à la fois dans l'ancien monde, depuis l'Asie Mineure, l'Espagne, la France, l'Allemagne, la Russie, jusqu'à l'Oural, ou le cercle polaire; et, dans le nouveau monde, depuis la province d'Alabama jusqu'au Canada. Ces espèces sont les suivantes :

POISSONS.

Holoptichus nobilissimus.

CRUSTACÉS

Phacops macrophthalmus.
Cryphæus calliteles

MOLLUSQUES.

	Nos du Prodrome.
Aganides retrorsus.	183
Loxonema arcuata.	243
Straparollus serpens.	293
Murchisonia bilineata.	404
Capulus trochleatus.	438
Bellerophon striatus.	428
Cardinia Hamiltonensis.	514
Lucina proavia.	536
— rugosa.	537
Nucula lineata.	629
Mytilus dimidiatus.	659
Avicula Damnoniensis.	695
— fasciculata.	731
Chonetes armata.	781
Chonetes nana.	786
Leptæna Dutertrei.	792
Strophomena rhomboidalis.	820
Orthis umbonata.	823
— interlineata.	829
Atrypa latecosta.	883
— subcuboides.	884
Cyrthia heteroclita.	919
Spirifer Verneuili.	928
— disjunctus.	934
— cultrijugatus.	953
— macropterus.	955
— comprimatus.	965
Spirigera concentrica.	1000
Spirigerina reticularis.	1013
— spinosa.	1014

ZOOPHYTES.

	Nos du Prodrome.
Cyathophyllum turbinatum.	1130
Cystiphyllum Damnoniense.	1136
Alveolites fibrosus.	1165

La liste précédente montre que les recherches actuelles ont déjà fait connaître 36 espèces comme se trouvant à la fois dans l'ancien et dans le nouveau monde. C'est la meilleure preuve que nous puissions apporter de la parfaite contemporanéité d'époque, de ces contrées éloignées, et de l'unité des conditions d'existence qui y existait alors en des régions aujourd'hui aussi disparates que la province d'Alabama, l'Asie Mineure, l'Espagne avec le cercle polaire, sur les bords de la mer Glaciale. Cette filiation spécifique prouverait encore que les mers devoniennes n'étaient pas interrompues, depuis l'Europe jusqu'à l'A-

mérique (§ 115), puisque les mêmes êtres s'y trouvaient répandus sur des surfaces immenses bien différentes d'aujourd'hui.

§ 1733. **Chronologie historique.** Avec l'extinction de la faune et de la flore de l'étage silurien supérieur, sans doute par suite d'une dislocation géologique (§ 1715) (car nous croyons qu'on ne peut l'expliquer autrement), nous avons vu disparaître 21 genres des animaux (§ 1711) qui existaient simultanément avec 418 espèces (§ 1712) dépendant de plusieurs classes. Le calme s'est sans doute rétabli ; et alors ont paru, sur l'horizon devonien, 78 genres et 1198 espèces inconnus à l'étage précédent qui, joints aux plantes, ont couvert les mers et la terre d'une animation générale.

§ 1734. Pendant la durée de l'étage devonien, que, d'après la puissance des couches, nous devons croire considérable, les mers couvraient une partie de l'ancien monde (voyez Étage 2 de notre carte, *fig* 339), l'Asie Mineure, la France, le nord de l'Angleterre, l'Espagne, la Belgique, l'Allemagne, la Russie, jusqu'au nord de l'Oural ; et les bords de la mer Glaciale étaient en partie inondés par ces mers. En Asie, elles se montraient dans l'Asie Mineure et en Chine. Dans l'Amérique du Sud, la mer devonienne s'étendait, sans doute, sur toutes les régions tropicales du Pérou, de la Bolivia, et du Brésil, et se prolongeait peut-être jusqu'aux îles Malouines, ce que l'uniformité des espèces identiques porterait à croire. Dans l'Amérique septentrionale il nous reste trois immenses lambeaux de l'ancienne mer, selon toute apparence, alors non interrompue, de la province d'Alabama jusqu'à l'État de New-York. Ces mers s'étendaient encore à la Nouvelle-Hollande et à l'île de Van Diémen, dans l'Australie. Nous avons donc la preuve que la mer devonienne couvrait les régions tropicales, et s'étendait dans l'hémisphère sud jusqu'au 52e degré de latitude, et dans l'hémisphère nord jusqu'au cercle polaire.

Soit que ces mers fussent bornées par des continents déjà circonscrits, soit qu'elles fussent semées d'îles, nous croyons au moins qu'il a existé, pendant cette période, des côtes que les corps flottants nous font retrouver encore. L'un de ces points côtiers est en France, dans la vallée de Campan, l'autre au col d'Ogassa, en Catalogne (peut-être de la même côte). Nous les avons reconnus en Angleterre, dans le Devonshire et dans le Cornwall ; en Allemagne, dans le Hartz et surtout en Bavière, et dans le duché de Nassau. Peut-être devons-nous regarder comme tels certains points de la Russie et des États-Unis (§ 1724). Bien qu'il soit très-difficile de relier ensemble ces différents points côtiers, nous pouvons au moins croire que dans l'État de New-York ce littoral est parallèle aux côtes des étages antérieurs. Il en est de même à l'est du pays de Galles en Angleterre et peut-être en Belgique. Les dif-

férents points de dépôts sous-marins, formés probablement les uns près des côtes et les autres à de grandes profondeurs, que nous avons signalés, prouveraient encore que ces mers étaient soumises à tous les éléments de charriage et de vitalité que nous trouvons dans nos mers, suivant les zones de profondeur, et suivant les moteurs de charriage si marqués dans l'époque actuelle (§ 94 à 109).

Les mers devoniennes offraient déjà, de plus que l'étage silurien supérieur, un genre de grands Reptiles, sans doute marins, à en juger par ses nageoires (*Sauropteris*); plusieurs genres nouveaux de Poissons ganoïdes et placoïdes; les Annélides tubicoles y paraissent pour la première fois, avec quelques genres de Crustacés trilobites. Les Mollusques céphalopodes y sont en grand nombre, avec le genre *Clymenia*; plusieurs genres de Gastéropodes, de Lamellibranches, de Bryozoaires y naissent; tandis que les Mollusques brachiopodes y sont à leur maximum de développement générique, en même temps que les Crinoïdes et quelques familles de Poissons. En résumé, 78 genres inconnus à l'étage inférieur sont nés à cette époque. Ces mers nourrissaient, de plus, quelques plantes marines telles que les suivantes :

Fucoides graphica, Hall. | Fucoides verticalis, Hall.

§ 1735. Les parties continentales de la France et de l'Angleterre sont peu différentes de ce qu'elles étaient (§ 1714). Le plateau central reste le même, ainsi qu'une partie du massif breton. Seulement, dans le pays de Galles, en Angleterre, un vaste atterrissement vient augmenter, à l'est de la partie déjà exhaussée, une nouvelle zone de l'étage silurien supérieur (voyez la partie 1 *b*, *fig.* 339), qui étend l'île anglaise vers l'est. La surélévation, à la fin de l'étage précédent, du système Itaculumien, au Brésil, serait venue, à l'ouest du système brésilien, augmenter cette grande île, en y représentant des chaînes dirigées de l'est à l'ouest, sur la province de Minas-Geraes désormais sortie des eaux, et limitant à l'est les dépôts devoniens; ainsi, fait très-curieux, tandis qu'en Angleterre les continents s'accroissent à l'est, dans l'Amérique méridionale ils s'accroissent, au contraire, à l'ouest des parties déjà exhaussées.

Les continents ne nourrissaient encore aucun animal terrestre, au moins n'en connaît-on pas encore dans les couches géologiques; mais ils étaient certainement couverts de nombreux végétaux. Les dépôts de houille si riches qu'on rencontre intercalés dans les couches marines, dans le grand bassin de Sabero, en Espagne, en sont la meilleure preuve. Seulement, comme on avait cru, pendant longtemps, que tous les dépôts houillers dépendaient de l'étage carboniférien, ces plantes ont été confondues avec celles de ce dernier étage; et il reste à faire, pour

les retrouver, un grand travail de séparation. En attendant, nous indiquons ici les quelques espèces pour lesquelles il n'y a pas de doute : *Sigillaria Chemungensis*, Hall, *Sphenopteris laxus*, Hall (*fig.* 370).

Fig. 370 Sphenopteris laxus.

Quand on voit la même faune couvrir à la fois la zone torride et les deux hémisphères, presque jusqu'aux pôles, ou passer pardessus toutes nos zones isothermes actuelles chaudes, tempérées et froides, on doit en conclure qu'à cette époque, pour qu'il en fût ainsi, il a fallu qu'il existât partout la même température, ou tout au moins, une température peu différente. Ce fait, qui est la déduction rigoureuse de la répartition géographique ancienne des êtres de l'époque devonienne, prouve, nous le croyons, que la chaleur centrale propre à la terre neutralisait l'effet des lignes isothermes que nous connaissons aujourd'hui.

§ 1736. Les oscillations du sol pendant cette période paraissent avoir existé. Nous pensons, du moins, qu'on ne peut expliquer que de cette manière les alternances de dépôts houillers et de dépôts sous-marins observés en Espagne. Du reste, nous en retrouverons des preuves à tous les âges du monde jusqu'aux oscillations que nous voyons de nos jours dans le nord de l'Europe ; ce qui prouve encore que les causes physiques ont été les mêmes à toutes les époques géologiques.

§ 1732. Enfin nous avons de très-nombreuses traces du mouvement géologique qui a interrompu la durée de l'étage devonien, dans les

discordances supérieures de cet étage avec l'étage carbonifèrien (§ 1720); discordances qui ne pourraient exister sans cette perturbation géologique; nous les avons peut-être encore par la conservation de quelques-uns des points côtiers qui annoncent un mouvement d'affaissement. Suivant M. Élie de Beaumont, c'est à la fin de cette époque qu'aurait eu lieu le relief du *système des ballons* (Vosges) et *des collines du Bocage* (Calvados), dont la direction est de l'O. 15° N. à l'E. 15° S. On voit encore la concordance la plus marquée entre ces mouvements géologiques et les limites des faunes respectives qui en seraient la conséquence visible.

3e Étage : CARBONIFÉRIEN.

Première apparition des classes des Cirripèdes, des Insectes, des Arachnides, des Foraminifères, de l'ordre des Échinodermes échinides, des familles de Poissons paléoniscidées.

Règne de l'ordre des Poissons placoïdes, des genres *Straparollus*, *Murchisonia*, *Bellerophon*, *Metoptoma*, *Orbiculoidea*, *Productus*, *Chonetes*, *Poteriocrinus*, *Pentremites*, *Platycrinus*, *Actinocrinus*, *Cyathophyllum*, *Fusulina*, des dépôts de charbon de terre.

Zone du *Phillipsia seminifera*, du *Nautilus tuberculatus*, du *Bellerophon hiulcus*, du *Cypricardia squamifera*, du *Productus Cora*, du *Chonetes variolata*, du *Cyathaxonia spinosa*, du *Fusulina cylindrica*.

Dérivé du nom. Nous ne changeons pas la dénomination de *carbonifère* sous laquelle l'étage est plus généralement connu; seulement, nous y avons joint, pour l'uniformité de terminaison euphonique, la même terminaison que pour les autres. C'est, en effet, non la seule époque qui contienne du charbon de terre, mais au moins la plus riche en combustible, d'où lui vient le nom de carbonifère.

§ 1738. **Synonimie.** *Calcaire carbonifère* et *terrain houiller* de MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont; *System carboniferous*, contenant le *carboniferous limestone*, le *millstone grit*, le *coal fields of measures*, Murchison; *Terrain carbonifère*, de MM. Rozet et Huot; *Groupe carbonifère* de M. de la Bèche; *Terrain houiller*, de M. d'Omalius d'Halloy, partie des *terrains hémilysiens*, Brongniart; *Groupe carbonifère*, partie de la *période anthraxifère* de M. Cordier; *Carboniferous limestone*, *coal-measures*, *lower-new-red*, de M. Morris; *Montain limestone* (*calcaire de montagne*), Philipps; *Formation carbonifère* et *houillère* de Huot; *Terrain houiller* de M. Beudant.

Type français (marin). Carrière de marbre Napoléon, à Ferques, près de Marquise (Pas-de-Calais); entre Landrecy et Avesnes (Nord); Sablé (Sarthe), etc.; (houiller) Durban, Tuchan (Aude), etc.

§ 1739. **Extension géographique.** En France (voyez étage 3, p. 408),

on voit l'étage sur quelques points du grand massif de Bretagne. Il en existe deux lambeaux dirigés O. N.-O., l'un près de Vouvant, l'autre plus à l'ouest, près de Chantonnay (Vendée). Un autre lambeau se montre à Sablé, à Solesme (Sarthe), et se continue jusque près de Laval. Dans le Nord, on en connaît à Ferques, près de Marquise (Pas-de-Calais), une petite surface qui dépend peut-être des couches qu'on a retrouvées sous les alluvions, à Douai et à Valenciennes, et qui viennent apparaître entre Landrecies et Avesnes, à Berlaimont, et au nord de Givet (Nord); dans les Vosges. Dans le grand plateau central de la France, d'après les savants auteurs de la carte géologique, on voit des lambeaux houillers à Bourneuf (Creuse), à Vignoles, à Massat, à Lanteuil (Corrèze), à Pléaux, à Bassignac, et sur une ligne presque N. N.-E., par le Deveix (Cantal), Meissex, Saint-Priest (Puy-de-Dôme), et Noyant (Allier). Le même département en montre quelques autres lambeaux, ainsi que sur les points suivants : à la Machine (Nièvre), aux environs d'Autun, à Saint-Berain, au Creusot, à Curdin, à la Clayette (Saône-et-Loire); des bassins houillers se trouvent à Sainte-Foy, à Saint-Étienne, et des terrains marins à Rigny (3 lieues au S.-E. de Roanne). D'autres lambeaux houillers se voient à Aubin (Aveyron), à Jaujac (Ardèche), à Grand-Combes, à Pigère, aux Portes (Gard), près de Saint-Gervais, de Vaillant, et un lambeau marin à Neffiés (Hérault). On trouve, de plus, dans les Corbières, des lambeaux marins et houillers, à Tuchan, à Durban (Aude), et des lambeaux houillers seulement près de Bagnols, du plan de la Tour d'Esterel (Var). On voit que, si la France n'a pas de surfaces considérables, elle est, au moins, fournie d'un grand nombre de gisements de houille, qui font la fortune de son industrie.

L'étage carbonifèrien est parfaitement bien représenté partout en Europe. Un lambeau existe en Sicile, suivant M. de la Marmora. L'Espagne renferme l'un des plus riches bassins connus, dans les Asturies, à Pola de Lena et à Mières. En Angleterre (étage 3 de notre carte, *fig.* 408), on en voit un vaste lambeau dans le Devonshire et une partie du Cornwall. Une très-grande surface allongée se voit dans le pays de Galles. Elle commence dans le sud du Caermarthen; se continue dans le Glamorgan, au sud de l'étage devonien; se rétrécit pour se continuer à l'est de l'étage devonien dans le Glocestershire, le Montmouth, l'Herefordshire, le Salopshire et le Denbigshire. Des lambeaux existent dans le Staffordshire et le Leicestershire; puis une vaste surface dirigée au nord, quelques degrés à l'ouest, prend, dans le Derbyshire et couvre une partie du Lancastershire, du Nottingamshire, du Yorkshire et du Northumberland. On en voit encore au sud, au nord, à l'est et à l'ouest de l'Écosse, et en Irlande. Ces grandes étendues de l'étage carbo-

niférien qu'on trouve en Angleterre en font peut-être le pays le plus favorisé sous le rapport des terrains houillers, ce qui n'a pas peu contribué à l'extension de son industrie manufacturière.

On le cite à Stangalp, à l'ouest de Gmund, et au nord de Villach, dans les Alpes. La Belgique est également un pays riche par l'étage carbonifère, qui, appartenant au même lambeau de Douai, en France, forme plusieurs bandes dirigées à l'est et à l'est nord-est, dont une s'étend depuis Tournay, Peruwelz, Roeulx, Charleroi, Fleurus, Namur, Huy, Liége, le Limbourg, jusqu'au delà d'Aix-la-Chapelle. C'est cette bande qui contient les meilleurs et les plus considérables dépôts de houille. Une autre bande parallèle, moins riche, commence près de Philippeville, passe à Dinan, à Bouvignies, à Ciney, à Terwagne et s'arrête à Sprimont.

En Allemagne, une grande bande N.-E. s'étend dans la Prusse et la Bavière rhénanes, de Sarrebruck, de Sarrelouis, par Ottweiler, Saint-Wendel, Wolfalein, jusqu'a Sobernheim et Wonsheim. D'après la carte de MM. Murchison et Léonhardt, cet étage reparait au nord, dans le duché du Rhin, où il forme une bande qui commence à Mulheim, à Ratingen, a Mettmann, et se continue par Werden, Horde, Minden, Arnsberg, Meschède, jusqu'à Sladtberg. L'étage est bien développé autour de Prague (Bohême).

La Russie, d'après la carte de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, offre des surfaces immenses de l'étage carbonifère. Un petit lambeau parait à l'ouest de Cracovie. Un autre plus vaste, dirigé de l'est à l'ouest, se remarque non loin de la mer d'Azof, et commence à Slavenka, passe par Alexandrofsk, le Donetz jusqu'à Donetzkaya et Troclinska. Un autre petit lambeau existe sur le Volga, près de Stavropol; mais la plus grande surface de la Russie est celle qui, d'abord dirigée de l'E. à l'O. S.-O., occupe les gouvernements de Riazan, de Vladimir, de Kaluga, de Moscou, de Smolensk; puis se dirige au N. N.-E., par les gouvernements de Twer, de Novgorod, d'Olonetz, par Latcha, Trogmadersk, Susskaya, Kopatcheva, Kuzomen-Skaya, jusqu'à la mer Blanche. Une large bande occupe tout le versant occidental de la chaine de l'Oural, depuis le 51e degré de latitude jusqu'auprès de la mer Glaciale. Deux autres bandes parallèles se voient, de chaque côté de la chaine des monts Timans, depuis Naldeg-Keross jusqu'à la mer Glaciale.

L'Amérique septentrionale n'a rien à envier à l'ancien monde pour l'étendue de l'étage carbonifère qu'on y rencontre. Nous y voyons, d'après les recherches des géologues américains, quatre lambeaux d'une grande extension. Le plus grand, dirigé au nord-nord-est, commence dans le Tennessee, passe à l'est du Kentucky, à l'ouest de la Virginie, à l'est de l'Ohio, et à l'ouest de la Pensylvanie, depuis le

35e de latitude nord jusqu'au 41e. Le second, de forme ovale, dans la direction du nord-ouest, commence dans les régions occidentales du Kentucky, à l'est du Missouri, et s'étend dans l'Illinois et l'ouest d'Indiana. Le troisième lambeau, également arrondi, mais plus petit, occupe le centre du Michigan, entre le lac de ce nom et le lac Huron. Le dernier lambeau se voit au Canada, sur les côtes septentrionales du Nouveau Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, depuis la baie de Fundy jusqu'au cap Breton. L'étage reparaît au Groënland et à l'île Melville au 73e de latitude nord.

L'Amérique méridionale en offre d'assez grandes surfaces; les îles de Quevaya, et autres du lac de Chucuito ou Titicaca, ainsi que les collines de Yarbichamby à l'ouest de le Paz, sur le sommet des Andes boliviennes, en sont formées; et nous avons cru devoir y rapporter encore, dans notre carte géologique de la Bolivia, la partie supérieure de la province de Carangas, tous les derniers contre-forts des montagnes du nord-est de la Paz jusqu'à Santa-Cruz de la Sierra, sur trois cents lieues d'extension, ainsi que les couches supérieures des montagnes, à l'est de Chiquitos, et au fort de Veira, à l'extrémité de la province de Moxos. De cette manière, de grandes surfaces de cet étage se montreraient sur beaucoup de points différents. Nous en avons rencontré des traces avec fossiles, au Morro d'Arica (Pérou). On a encore signalé l'étage dans l'Australie à Van Diemen, près de la route de Paterson, à Allan-Rive, Carrocreck, à Eastern-Marches, au mont Wellington, et dans la nouvelle Galles, à Illawara, à Raymond-Terrace, etc.

§ 1740. **Superposition.** (Voyez étage 3 de notre coupe, *fig.* 339.) On trouve l'étage carboniférien sur l'étage devonien auquel il a succédé naturellement : en France, aux environs de Sablé (Sarthe); à Ferques (Pas-de-Calais); dans le département du Nord; à Neffiés (Hérault); en Espagne, dans les Asturies; en Angleterre, dans le Devonshire, dans le Cornwall, au sud et au sud-est du pays de Galles, et en Écosse. En Belgique, partout où l'on voit les couches inférieures, on les trouve sur l'étage devonien, depuis Namur jusqu'à Aix-la-Chapelle, et depuis Philippeville jusqu'à Spremont. Il en est de même en Allemagne, sur les bords du Rhin, près de Ratingen; en Russie, sur ces vastes surfaces que nous avons signalées de Moscou à la mer Blanche; sur le versant occidental des monts Ourals, et des deux côtés des monts Timans. L'Amérique septentrionale montre une semblable superposition, même concordante, sur tous les points, dans les trois premiers lambeaux que nous avons signalés aux États-Unis, depuis le Tennessee jusqu'à la Pensylvanie. C'est encore ce que nous avons remarqué en Bolivia, sur tous les points de l'Amérique méridionale. Cette superposition de toutes les grandes surfaces de l'étage carboniférien, immédiatement sur l'étage

devonien et presque partout en couches concordantes, prouve que celui-ci a régulièrement succédé à l'étage devonien qu'il recouvre. Il n'y a donc aucun doute sur la succession immédiate de ces deux étages, qui sur un très-grand nombre de points sont encore dans une concordance régulière.

§ 1741. **Discordance.** A l'étage précédent (§ 1720) nous avons signalé les nombreuses discordances de stratification qui existent entre les étages devonien et carbonifériens. Voyons, maintenant, les limites supérieures. D'abord M. Sedgwich a reconnu une discordance de stratification entre l'étage permien, qui repose en couches discordantes sur l'étage carbonifériens, au sud-ouest de l'Angleterre. L'isolement de l'étage carbonifériens sans l'étage permien, sur tous les points de la France, de la Belgique, du Devonshire en Angleterre, de la Bohême, autour de Prague, dans tous les États-Unis et au Canada, où il n'est pas recouvert par l'étage permien qui lui succède régulièrement ailleurs, est, pour nous, l'équivalent le plus complet d'une discordance, et des limites géologiques qui existent entre ces deux étages. Il en est de même du manque, sous l'étage permien, de l'étage carbonifériens qui devrait y exister. En effet, l'étage permien, au lieu de reposer partout sur l'étage carbonifériens, se trouve sur beaucoup de points des Vosges, notamment dans le Haut et le Bas-Rhin, dans les Vosges, dans la Haute-Saône, reposer immédiatement sur les roches azoïques. Il en est de même dans la forêt Noire (duché de Bade), et bien plus au nord jusqu'à Ladenburg. Cette superposition prouve qu'il manque, sur ces points, tous les étages inférieurs, et plus particulièrement l'étage carbonifériens, qui aurait dû s'y trouver, s'il n'y avait eu, là, entre les deux étages, des changements de niveau qui ont empêché l'étage inférieur de s'y déposer. Nous avons dit que ce manque de l'étage inférieur correspond à la discordance la plus marquée, et nous donne les limites des deux étages, et, en particulier, les limites supérieures de l'étage carbonifériens et les limites inférieures de l'étage permien. Si, en effet, il a fallu un affaissement pour amener inférieurement le manque de l'étage devonien, il a fallu, de même, un mouvement de surélévation de l'étage carbonifériens, pour que l'étage, qui lui est ailleurs supérieur, ne se soit pas déposé, comme cela a lieu dans l'Amérique septentrionale où l'étage supérieur manque totalement.

§ 1742. **Composition minéralogique.** Pour qu'on se fasse une idée de la composition minéralogique suivant les lieux, nous allons donner comparativement des successions de couches prises en Angleterre dans le comté de Worcester, par MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy, et la composition des grands ensembles de l'Amérique septentrionale.

ANGLETERRE.	ÉTATS-UNIS.
4 Alternances d'argile schisteuse et de grès houiller.	Étage houiller, avec fossiles marins.
Argile schisteuse.	Calcaire carbonifère, avec fossiles marins.
Houille.	Psammites micacés, avec fossiles marins.
Argile schisteuse.	
Grès.	
Argile schisteuse.	
Houille.	
Argile schisteuse.	
Houille.	
Argile schisteuse.	
Grès.	
Argile schisteuse.	
Grès houiller.	
Houille.	
4 Alternances successives d'argile schisteuse et de houille.	
Grès grossier.	
Houille.	
2 Alternances de schiste et de houille.	
Argile schisteuse.	
Calcaire.	

Ces deux exemples suffisent déjà pour prouver combien, à la même époque, les roches sédimentaires d'un point sont variables, et combien elles le sont davantage, suivant les lieux. D'ailleurs, si ces exemples ne suffisaient pas, nous pouvons citer encore les points suivants, où la nature minéralogique est la plus disparate. En Irlande et en Angleterre, ainsi qu'à Visé, ce sont des calcaires bleuâtres compacte; à Tournay, des calcaires noirâtres. Sur certains points des États-Unis, ce sont des grès ferrifères friables; sur d'autres, dans l'Ohio, ce sont des silex meulières exploités; à Vitegra, sur les bords du lac Onéga, en Russie, l'étage carbonifèrien forme des calcaires blancs exploités comme craie chimique; à Bristol en Angleterre, à Avesnes en France, et à Leawelsworth, sur l'Ohio, aux États-Unis, ce sont des roches oolithiques très-prononcées. Ces exemples suffiront, nous l'espérons, pour prouver combien serait illusoire la prétention de se servir des caractères minéralogiques des roches pour reconnaître l'étage carbonifèrien.

§ 1743. **Puissance connue.** Suivant M. Murchison, la partie occidentale des comtés de Salop et d'Hereford offrirait des puissances de 1,200 à 3,200 mètres. Dans les Asturies, en Espagne, M. de Verneuil évalue

la puissance à près de 4,000 mètres ; à la Nouvelle Écosse, au nord du Canada, on a reconnu plus de 3,000 mètres d'épaisseur de l'étage carbonifèrien. Il est impossible de déduire, d'après la puissance seule, de la très-longue durée de l'époque carbonifèrienne à la surface de la terre.

§ 1744. **Composition des couches par rapport à la houille.** On a cherché à diviser l'étage carbonifèrien en deux âges distincts superposés, les *calcaires carbonifères* inférieurs et les *terrains houillers* supérieurs; mais, lorsqu'on voit les mêmes fossiles traverser indistinctement, dans toute leur épaisseur, ces deux divisions qui, du reste, ne sont distinctes nulle part, ne sont superposées que sur peu de points, et qui, toutes les deux, renferment de la houille, on arrive à trouver que l'ensemble ne peut être divisé en deux étages, comme nous le comprenons (§ 1611), et qu'il ne forme réellement qu'une seule et même époque géologique, dans laquelle aucune ligne de démarcation n'existe : nous entendons de ces lignes de démarcation générales, uniformes sur le globe. Nous réunissons donc l'ensemble en un seul tout, un seul étage, que nous allons chercher à décrire relativement à deux questions importantes : la position de la houille, considérée comme dépôt, comme débris terrestre, par rapport aux couches remplies de coquilles, considérées comme dépôts marins. Il est certain que là se trouvent les éléments relatifs au mode de formation des couches de houille et aux déductions qu'on peut tirer des différents documents géologiques, sur l'état passé de l'âge carbonifèrien, le plus instructif, peut-être, comme science, et certainement le plus important comme utilité industrielle. Divisons d'abord les faits en trois groupes : les dépôts purement terrestres, les dépôts terrestres et marins, et les dépôts purement marins.

§ 1745. **Dépôts purement terrestres.** A en juger par le manque complet de coquilles marines, on doit croire que les dépôts houillers du grand plateau central de la France, depuis Autun, dans le département de Saône-et-Loire, par les départements de la Creuse, de l'Allier, de la Corrèze, du Puy-de-Dôme, de la Loire, de l'Aveyron, de l'Ardèche, jusqu'à l'Hérault, sont tous des dépôts purement terrestres. Ils sont formés de couches tantôt fortement inclinées, d'autres fois plissées ou ondulées, et même horizontales, comme à Saint-Étienne, composées d'alternances : 1° de *grès houiller*, plus ou moins grossier, contenant, le plus souvent, des troncs d'arbres couchés, évidemment charriés, et quelquefois des troncs verticaux, comme M. Brongniart les a vus au Treuil, près de Saint-Étienne; 2° de schistes feuilletés plus ou moins fins, par lits contenant de nombreuses empreintes de feuilles, couchées dans les lits parallèles des schistes, quelquefois des poissons, comme à Autun ; 3° enfin des couches plus ou moins épaisses

de houille ou de charbon de terre. Ces dernières couches sont répétées un grand nombre de fois entre les couches de grès ou les couches schisteuses, à tel point qu'on en compte jusqu'à 21 dans le bassin de Saint-Étienne. Ces couches sont fréquemment très-minces, et alors bien plus nombreuses. Elles sont quelquefois très-épaisses et plus rares. On en connaît de 13 mètres d'épaisseur à Saint-Aubin ; mais à Salles, dans l'Aveyron, on n'a pas trouvé la base à 23 mètres, et M. Cordier leur assigne, sur ce point, jusqu'à 103 mètres de puissance.

§ 1746. **Dépôts terrestres et marins superposés.** C'est le cas général, le plus fréquent dans l'étage carbonifèrien, que de trouver des dépôts houillers joints aux dépôts marins. Il en est ainsi en France, dans la Vendée, dans la Sarthe, dans le Pas-de-Calais, dans le département du Nord ; en Angleterre, dans le Yorkshire, le pays de Galles et le Somersethire; en Écosse ; dans la Belgique, la Prusse rhénane ; dans toute la Russie ; dans l'Amérique septentrionale et dans l'Australie. Il reste à dire quelle est la relation des uns avec les autres. Les couches de houille, ou couches composées exclusivement de produits terrestres, sont inférieures, supérieures ou intercalées dans les couches marines.

§ 1747. Les couches de houille sont inférieures au calcaire marin, rempli de fossiles, dans le Valdaï, dans les provinces de Toula et de Kalouga, en Russie.

§ 1748. La houille est intercalée et alterne entre les couches marines de grès ou de calcaires : en Angleterre, dans le Northumberland, où elle forme jusqu'à 40 couches; dans le Newcastle, la plus riche localité houillère de la Grande-Bretagne ; dans le Yorkshire. Ces couches houillères de l'Angleterre sont d'autant plus remarquables, que MM. Wood et Witham y ont reconnu, dans les grès, à Killengworth et à Blanchford (Durham), des troncs d'arbres encore verticaux ayant leurs racines implantées dans les couches de houille. En Espagne, dans les Asturies, la puissance de 4,000 mètres, que nous avons signalée, est composée, à la partie inférieure, d'alternances de couches marines et de couches de houille, le tout recouvert par de la houille seulement. En Russie, dans le Donetz, on voit la même alternance de calcaire marin et de houille. Il en est ainsi aux États-Unis, où, pourtant, les parties supérieures contiennent seules de la houille ; mais le point le plus remarquable, sous ce rapport, est, sans contredit, la Nouvelle-Écosse, au nord du Canada, où M. Logan a observé, sur cette immense puissance de 3,000 mètres environ, qu'il y avait répétée un grand nombre de fois, des couches houillères, avec des arbres encore debout, munis de leurs racines, alternant avec des couches épaisses séparées par une grande puissance de grès et de calcaires renfermant des fossiles marins très-nombreux.

§ 1749. La houille est supérieure aux couches marines, en France, à Ferques (Pas-de-Calais), à Avesnes (Nord), dans les Corbières, à Tuchan, à Durban (Aude); en Angleterre, dans le pays de Galles, dans le Somersetshire, dans le Derbyshire; en Écosse, et dans toute la Belgique. Elle a la même position, au-dessus des alternances, dans les Asturies, en Espagne et dans les États-Unis.

§ 1750. **Dépôts marins seulement.** Peut-être doit-on citer, à cet égard, la localité de Rigny, près de Roanne, en France, et tous les dépôts de la république de Bolivia, où, dans l'Amérique méridionale, nous avons rencontré l'étage carbonifèrien; car tous ces points n'ont pas de traces de dépôts terrestres. Nous avons cru devoir entrer dans ces détails de superposition relativement à l'étage carbonifèrien, afin de faire connaître à ceux qui recherchent les couches de houille, qu'elles existent dans toutes les parties de l'étage, et afin de pouvoir en tirer des déductions plus claires et plus positives sur la formation de la houille.

§ 1751. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** L'étage carbonifèrien, par la disposition et la composition si diverses de ses couches, est assurément celui qui prête le plus aux déductions générales: en effet, aux conditions des mers nous devons encore joindre quelques observations sur les parties continentales.

Points continentaux La nature purement terrestre de presque tous les points du grand plateau central de la France (§ 1739) porte à croire que cette partie formait déjà un vaste îlot terrestre pendant toute la durée de l'étage carbonifèrien. Le manque complet d'éléments marins sur tous les petits bassins houillers qui y sont disséminés amènerait au moins à cette conclusion. Si, d'un côté, les nombreux Crustacés cyproïdes qui accompagnent les poissons des environs d'Autun peuvent faire croire à une formation riveraine et peut-être lacustre de certaines couches de ces dépôts terrestres, il est difficile d'expliquer de la même manière l'alternance des nombreuses couches de houille, qui ont succédé aux grès et aux couches schisteuses des mêmes bassins. Quelques savants ont pensé que ces dépôts houillers, évidemment composés de débris de végétaux, s'étaient déposés dans des bas-fonds, comme nous voyons aujourd'hui se former la tourbe de nos marais. Examinons cette question sous différents points de vue. Voyons d'abord de quoi se compose la flore de cette époque. D'après les beaux travaux de M. Adolphe Brongniart, les plus complets sous ce rapport, on voit que ces plantes appartiennent principalement, aux Cryptogames acrogènes, comprenant les Fougères et les Lycopodiacées; aux Dicotylédones gymnospermes, comprenant les Astérophyllitidées, les Sigillariées, les Nœggerathiées, les Conifères et les Cycadées. Où se

trouvent aujourd'hui les plantes les plus voisines ou appartenant à ces familles, surtout les grands Cryptogames arborescents, qui ressemblent le plus à cette flore perdue? C'est évidemment sous la zone torride, comme l'a très-bien prouvé cet observateur consciencieux : car il établit qu'à la Jamaïque les Fougères sont aux Phanérogames comme 1 à 10; à la Nouvelle-Zélande, comme 1 à 6; à l'île Sainte-Hélène, comme 1 à 2; tandis que le terme moyen est, ailleurs, comme 1 à 30. Il paraît, dès lors, évident que cette végétation de l'étage carboniférien était partout formée d'un ensemble de plantes qu'on ne trouve plus aujourd'hui que sous la zone torride. Il nous reste à dire ce que nous avons observé dans nos voyages sur les conditions d'existence de ces plantes. Nous avons rencontré des Fougères arborescentes, et cette profusion extraordinaire de Cryptogames, qui les accompagne, seulement quand se trouvaient réunies plusieurs circonstances. Il fallait d'abord des pays montueux, accidentés, comme les îles citées par M. Brongniart, ou les continents; car jamais nous n'en avons vu dans la plaine, à moins que ce ne soit au pied même des montagnes. Il fallait encore une exposition favorable qui pût amener à la fois une chaleur constante et une grande humidité. Il y avait toujours, de plus, une grande épaisseur d'un terreau noir, entièrement formé de détritus de végétaux presque sans aucun mélange étranger, à sa partie supérieure. Nous avons trouvé ces conditions parfaites dans les montagnes, aux environs de Rio de Janeiro (Brésil) et sur beaucoup des points les plus escarpés du versant oriental des Andes boliviennes, dans les provinces de Yungas et de Yuracarès; tandis que nous n'avons observé que très-peu de fougères dans les forêts des plaines chaudes et humides, et jamais dans les marais de ces régions où les plantes graminées dominent, comme en Europe. Quant aux Cycadées, nous les avons vues seulement sous la zone torride, et dans les lieux montueux, secs et découverts. Ces circonstances d'existence des plantes les plus voisines des plantes fossiles sont peu favorables à l'hypothèse que ces dépôts houillers peuvent être d'anciennes tourbières, puisque, d'un côté, nous n'avons remarqué aucune fougère dans les marais des régions chaudes et que, de l'autre, nous n'avons jamais rencontré de tourbières sous la zone torride. S'il a existé à l'époque carboniférienne des marais remplis de débris de végétaux, ce qui est très-possible, il est au moins, nous en sommes convaincu, très-difficile, d'expliquer, par les tourbières actuelles seulement, ces puissances si extraordinaires de couches de houille que nous avons signalées dans les dépôts purement terrestres (§ 1745). D'après une conviction basée sur l'étude comparative des faits, nous les attribuons à des causes plus puissantes que les causes actuelles En effet, quelle force pourrait, aujourd'hui,

enlever ces grandes fougères et toute la végétation des régions exceptionnelles que nous avons indiquées? Serait-ce les pluies torrentielles? Mais nous avons vu que sur le sol vierge des régions chaudes des pentes les plus abruptes, la pluie, même torrentielle, n'arrive à terre qu'après avoir traversé un réseau serré de branches et de feuillages; qu'elle n'entraîne rien, et ne souille même pas souvent l'eau limpide du torrent (§ 128). On ne peut donc lui attribuer le transport de la somme immense des débris de végétaux nécessaires pour former des couches puissantes. En supposant que, même en forçant les choses, on puisse admettre la formation d'une couche de houille d'une de ces deux manières différentes, il restera toujours à expliquer pourquoi ces dépôts de végétaux ont été interrompus tant de fois, même dans les dépôts purement terrestres, comme dans le bassin de Saint-Étienne, par des dépôts sédimentaires de grès ou d'argile schisteuse évidemment transportés par les eaux, ainsi que les couches de houille. Nous pensons que, pour expliquer ces alternances, il faut recourir aux mêmes causes qui ont déterminé les dépôts de houille avec des arbres encore debout, alternant plusieurs fois avec des dépôts marins d'une grande puissance. Nous reviendrons donc sur cette question, à propos des oscillations du sol auxquelles nous attribuons, à la fois, ces alternances de houille et de sédiments, des couches terrestres et des couches marines.

§ 1752. **Points littoraux des mers.** Si nous cherchons par les corps flottants, et principalement par l'abondance des coquilles flottantes de Céphalopodes, qu'on rencontre en certains points des dépôts marins, quels pouvaient être les points littoraux des mers carbonifériennes, nous n'en trouverons aucun en France. En Angleterre, ils paraissent être indiqués dans le Staffordshire; dans le Derbyshire, à Ashford, à Buxton; dans le Shropshire, à Coal-Broock-Dale; dans le Dumfrieshire, à Closeburn; dans le Yorkshire, près de Bolland, à Scaber près de Settle, à Black-Hall, à High-Green Wood, à Ribble-River; dans le Westmoreland, à Kendal; dans le Northumberland, à Bowes; dans le Cumberland, dans l'île de Man; en Irlande, à Kulkeagh, à Kildare, à Korck, à Queen's county. Ainsi on retrouverait, pour ainsi dire, une succession de points côtiers depuis le Staffordshire jusqu'en Écosse, à l'île de Man et en Irlande. En Belgique, quelques-unes des couches de Tournay, de Lives près de Namur, de Mons, de Chokier et de Visé près de Liége, offriraient encore des dépôts côtiers. Il en est de même de Falckenberg, en Silésie; de Werden, d'Hoffnung, en Westphalie; d'Herborn, dans le duché de Nassau. La Russie offre encore les points suivants: Karowa, sur l'Oka; l'Oural, à Cosatchi-Datchi; les monts Kachkabache, près d'Artinsk; le Valdaï, à la rivière Prikcha, etc On

voit, par les points indiqués, qu'en observant les couches sous ce rapport on pourrait retrouver des lignes côtières sur beaucoup de points, des dépôts carbonifériens; lignes en rapport avec les limites de l'étage sur les couches devoniennes, et par conséquent sur les bords des dépôts marins de cette époque qu'ils circonscrivent.

§ 1753. **Points sous-marins voisins des côtes.** L'abondance des Gastéropodes et des Lamellibranches qui, dans les circonstances actuelles, ne vivent que près des côtes, doit faire croire que les points suivants se sont déposés à peu de distance du littoral et peu au-dessous des marées. Ce sont, en même temps, les localités les plus riches en fossiles. En Angleterre, dans le Derbyshire, Fairfeld, Manor-Hamilton; dans le Yorkshire, Halifax, Colsterdale; dans le Cumberland, Herham; dans le Northumberland, Otterbrun, Harelaw; dans l'Écosse, Lnlithoow; en Irlande, Antrim, Limerick; en Belgique, quelques couches de Tournay, de Vise, de Comblain-au-Pont; dans le Hainaut, Quaregnon, Blaton; dans la Silésie, Altwaser; dans la Westphalie, Essen; dans la Bavière, Regnitz-Losau; en Russie, Podolsk, Sterlebamack; dans l'Oural, Tchousavaya, Grobovo; dans le Valdai, la vallée de Stolobenka, Gérichof; dans le Donetz, Lissitchea-Balca; les États-Unis les offrent dans l'Illinois, à Wabash, à Nauwoo, à Warsaw; dans l'Ohio, à Guernesey-County; dans le Kentucky, à Eddyville, à Jefferson County; dans l'Indiana, entre New-Harmoy et le mont Vernon, à Paola; dans la Pensylvanie, près de Blosburg, et dans la Nouvelle-Écosse, à Wendsor, etc.

§ 1754. **Points profonds des mers carbonifériennes.** — Le nombre plus grand des Mollusques brachiopodes, bryozoaires, des Échinodermes crinoïdes et des Zoophytes, nous porte à croire, par comparaison avec ce que nous connaissons aujourd'hui, que les points suivants ont été occupés par les régions plus profondes des mers. En France, Sablé, Juigné, Solesme (Sarthe), Ferques (Pas-de-Calais), Glagnon près d'Avesnes (Nord); Vouvant (Vendée), Tuchan, Villeneuve près de Durban (Aude), Regny près de Roanne. En Espagne, Pola de Lena et Mieres (Asturies). En Angleterre, dans le Derbyshire, à Bakewell, à Castleton; dans le Yorkshire, quelques couches des environs de Bolland, de Withewell; dans le Westmoreland, à Kirby-Lonsdale; dans le Northumberland, à Sanderland; en Écosse, à Glascow; en Irlande, à Dublin, à Florence-Court, etc., etc. En Belgique, quelques couches des carrières de Tournay, de Feluy, à Écaussines. En Allemagne, à Ratingen; en Russie, à Moscou, dans les monts Timans, sur les bords de l'Indiga, sur le cours inférieur du Petschora, de la rivière Ylytsch. En Amérique, dans l'Illinois, à Sparta; dans l'Ohio, à Zanesville; dans le Kentucky, à Knobs près de Louisville. Tous les points de la république de Bolivia, à Yarbichamby, dans les îles de Quebaya, province

de la Paz; sur le plateau des Andes, et les autres lieux où nous n'avons pas rencontré de fossiles dans l'étage carboniférien.

Le cantonnement des trois groupes d'animaux qui déterminent les grands traits des zones de profondeur des mers carbonifériennes nous donnent, de plus, la certitude que ces mers étaient soumises à toutes les autres causes actuelles que nous avons observées dans les océans d'aujourd'hui.

§ 1755. **Oscillations du sol.** — Il est une question importante de la science géologique, qui, bien qu'elle participe, en même temps, des causes géologiques, doit cependant appartenir aux causes actuelles, puisqu'elle montre encore ses effets de nos jours. Nous voulons parler des oscillations du sol; car ce sont ces affaissements et ces exhaussements de quelques points littoraux qui peuvent modifier les dépôts successifs de ces points. Ayant oublié de traiter cette question aux causes actuelles, nous l'avons étudiée à l'étage contemporain (§ 2544). On y voit que ces oscillations se composent d'exhaussements lents et brusques; que les premiers se reconnaissent aux côtes toujours en retraite, successives, non interrompues; tandis que les autres forment des gradins éloignés, des ressauts distants les uns des autres. Les affaissements doivent, par la même raison, avoir été lents et brusques. Si la nature actuelle nous donne, en effet, quelques preuves de ces affaissements brusques, la nature passée, surtout la plus ancienne, doit nous en révéler beaucoup plus d'exemples; car il est évident que la croûte moins épaisse de l'écorce terrestre devait amener, plus souvent, ces petites dislocations partielles déterminées par des tremblements de terre. Partout où les points côtiers ont été conservés, il y a, pour nous, preuve évidente d'un affaissement, qui a permis à ce point littoral de se conserver § 1708). Quand on trouve superposées, comme à Tournay, des couches évidemment côtières avec des coquilles flottantes, des couches déposées dans le voisinage des côtes, et des couches formées dans les régions profondes des mers, il est encore impossible de ne pas les attribuer à des oscillations du sol. Il nous reste, pourtant, une preuve plus convaincante que toutes celles-ci, et nous allons la donner.

On paraît, dans ces derniers temps, n'avoir pas attaché assez d'importance à la présence, dans les couches de l'étage carboniférien, de troncs d'arbres encore debout, dans une position verticale: ceux que M. Alexandre Brongniart a vus au Treuil, près de Saint-Étienne, dans les dépôts terrestres; ceux qu'a observés M. Daubuisson, à Hainchen; ceux qu'ont décrits MM. Witham, à Blanchfort; M. Wood, à Killingworth; M. Logan, dans la Nouvelle-Écosse, par exemple. Nous les considérons, au contraire, comme des faits très-propres à expliquer des questions difficiles. La disposition en couches parallèles de tout l'étage

carbonifèrien, soit terrestre, soit marin, ne permet pas de douter que l'ensemble ne se soit formé sous l'influence des eaux, et souvent dans les eaux. Or, comment les troncs d'arbres et tous les grands végétaux se comportent-ils, lorsqu'ils sont charriés par les eaux? Nous en avons vu en trop grand nombre sur les rivages de toutes les vastes rivières du nouveau monde, sur les affluents de l'Amazone et de la Plata, pour ne pas avoir remarqué que ces troncs, surtout lorsqu'ils sont entiers, sont toujours dans une position qui approche plus ou moins de l'horizontalité; mais qu'ils ne sont jamais verticaux, ni voisins de la verticalité. Cette position verticale des troncs de grands végétaux, comme les Sigillariées de 22 mètres de long trouvées dans les environs de Newcastle, comme celles de 18 mètres observées à Craigleith, annoncent donc certainement qu'ils sont dans leur position normale, sur le point où ils ont vécu, ce que, dureste, MM. Wood et de la Bèche ont parfaitement reconnu, d'abord parce que ces grands troncs traversent plusieurs couches de grès et d'argile schisteuse, et surtout parce que ces plantes ont encore leurs racines. D'ailleurs, le grand nombre de végétaux verticaux de Sigillaria, dont les racines étaient enfoncées dans une couche mince de houille, près de Newcastle, en Angleterre, ainsi que les arbres avec leurs racines dans les bancs houillers que M. Logan a décrits à la Nouvelle-Écosse, dans la baie du Fundy, nous donnent la preuve que ces végétaux sont non-seulement où ils ont vécu, mais encore dans les mêmes détritus de végétaux où nous avons vu vivre actuellement les grandes Fougères (§ 1751); détritus qui, avec le temps et la pression, ont formé des couches de houille. Nul doute, alors, que ces plantes ne soient, avec leurs troncs verticaux et leurs racines, sur le point où elles ont vécu (1), et l'on peut certainement prendre ces couches comme des points terrestres de l'étage carbonifèrien.

Nous arrivons maintenant aux preuves des oscillations du sol. Si, en effet, ces couches avec des troncs verticaux du Northumberland, du Durham, en Angleterre, de la Nouvelle Écosse, au Canada, sont bien réellement des points terrestres, ce dont on ne peut douter, comment expliquera-t-on leur présence, plusieurs fois répétée, au milieu de dépôts marins qui souvent ont des centaines de mètres de puissance? Pour qu'un point continental quelconque devienne sous-marin, avec ses arbres encore verticaux, il nous paraît évident qu'il doit, d'abord, s'affaisser brusquement dans la mer, avec les parties consolidées qui le supportent. Les sédiments marins, par l'effet constant du nivellement, le recouvrent de suite, et conservent ainsi la végétation et le terreau dans lequel elle

(1) MM. Alexandre Brongniart et Werher avaient la même opinion relativement aux troncs verticaux.

poussait; mais, pour que, sur le même point, on trouve, comme à la Nouvelle-Écosse, ces couches terrestres plusieurs fois répétées à quelques centaines de mètres de distance verticale, au milieu de dépôts marins, il faut, à chaque fois, des affaissements brusques, et des relèvements lents ou brusques qui constituent, comme on le voit, des oscillations du sol, analogues à ce que nous voyons dans la nature actuelle (§ 2544). Il est évident que, s'il a fallu un affaissement pour que ces points terrestres devinssent des points sous-marins, il a fallu également une surélévation pour que ces points submergés redevinssent des points continentaux. Pour redevenir, en effet, un point continental, après être restées un temps considérable sous les eaux, ces parties sous-marines ont dû surgir au dehors, soit par l'accumulation successive des sédiments marins, soit par un mouvement lent de surélévation, soit enfin par un mouvement brusque. Il a dû même s'écouler, postérieurement, bien des années avant que la végétation terrestre pût s'y développer. Nous croyons donc, en dernière analyse, qu'on ne peut expliquer cette succession de points continentaux devenus sous-marins, et des points sous-marins devenus des points continentaux, que par autant d'oscillations successives du sol, que par autant de mouvements d'affaissement et de surélévation de ce même sol.

Nous avons dit que nous croyons pouvoir expliquer cette alternance de couches de houille et de roches sédimentaires des dépôts purement terrestres par ces mêmes oscillations (§ 1751). Nous avons, dans l'étage contemporain, défini une oscillation brusque, qui, pour nous, est l'équivalent d'une légère perturbation géologique (§ 2544), analogue aux tremblements de terre, comme, par exemple, celui de Lisbonne, en 1755; perturbation locale qui a des effets plus ou moins restreints. Jugeons néanmoins par comparaison. Nous avons vu que pendant ce tremblement de terre de 1755, où l'on a pu seulement constater l'affaissement d'une partie d'un quai, le mouvement des eaux fut considérable, se fit sentir jusqu'aux Antilles, et amena de nombreux désastres sur toute les côtes (§ 2548). Une oscillation du sol, sans sortir des effets qui nous sont connus, peut donc, par suite du déplacement qu'aura causé dans les eaux un affaissement brusque ou une brusque surélévation, amener des perturbations même sur les dépôts terrestres des continents. Les eaux, en envahissant les continents de cette époque avec d'autant plus de facilité qu'ils devaient être bien moins élevés que les continents actuels, durent enlever violemment des points voisins, ou plus ou moins éloignés, suivant la valeur de l'oscillation, tous les végétaux et les détritus où ils poussaient, pour les jeter dans toutes les dépressions terrestres voisines, avec tous les matériaux sédimentaires, qui, suivant l'accélération ou le ralentissement de l'impulsion des eaux, ont pu recouvrir

de grès des parties terrestres pourvues de leurs arbres, comme au Treuil ; déposer d'abord des grès, même pendant l'agitation, puis des sédiments plus fins, comme ceux des couches schisteuses, dès que le mouvement diminua, et, enfin, ces mêmes détritus de végétaux terrestres en suspension dans les eaux, et des végétaux en nature destinés à former la houille. C'est ainsi que nous nous expliquons les nombreuses alternances de houille et de couches sédimentaires des parties terrestres de France, et ces amas si considérables de houille qu'on a signalés à Saint-Aubin et surtout à Salle (Aveyron). Nous pensons donc que sans ces circonstances, plus actives que les simples phénomènes physiques de l'atmosphère, déterminées par les oscillations du sol pendant la durée de l'étage carboniférien, on ne pourrait expliquer l'immense extension des parties houillères de France, d'Angleterre, de Russie, de Belgique, et surtout ces surfaces si considérables de houille qui existent aux États-Unis, pas plus que tous les faits de stratification qu'on y a signalés. Dans aucun cas, les tourbières où il n'y a pas de fougères, le transport par les rivières qui n'a qu'une action très-limitée, pas plus que les autres causes actuelles de ce genre, n'expliqueraient la puissance et surtout l'immense extension que nous connaissons aux bassins houillers de l'ancien et du nouveau monde. Deux faits de plus viennent encore appuyer notre supposition. On a vu que les petits bassins houillers du plateau central de France affectaient une direction très-remarquable. Cette direction annonce qu'une longue dislocation avait eu lieu sur ce plateau avant le dépôt de la houille qui se serait déposée dans les dépressions préexistantes, ce qui concorderait avec notre hypothèse. La position le plus souvent supérieure aux couches marines de la houille à Ferques, au nord de la France, au pays de Galles, dans le Derbyshire, dans toute la Belgique, aux Asturies et aux États-Unis, ne coïnciderait-elle pas avec la grande commotion géologique qui a déterminé la fin de l'étage? commotion de même nature que les oscillations dont nous avons parlé, mais cent fois plus considérable et générale sur le globe. Ce serait au moins l'explication la plus plausible que nous pourrions donner de ce dernier fait incontestable.

§ 1756. **Remaniements.** MM. de Verneuil, de Keyserling et Murchison ont trouvé en Russie des *Productus* remaniés avec les coquilles de l'étage contemporain, c'est-à-dire à 24 étages plus tard que le dépôt qui nous occupe.

Caractères paléontologiques. Si les caractères minéralogiques des roches ne nous donnent aucun moyen de reconnaître l'étage, si les limites supérieures et inférieures de l'étage ne peuvent être déduites de ces caractères, sur les points où il y a concordance de superposition, il est évident que nous devons recourir aux caractères constants que nous

donne toujours la paléontologie, quelle que soit la composition minéralogique, quelle que soit la superposition concordante ou discordante.

§ 1757. **Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage carbonifèrien des étages inférieurs, nous avons tous les genres éteints successivement dans ces étages : les 28 genres qui naissent et disparaissent dans l'étage silurien (§ 1694); les 21 genres qui s'éteignent à l'étage silurien supérieur (§ 1711); les 52 genres qui s'éteignent à l'étage devonien (§ 1731), sans arriver, au moins dans l'état actuel de la science, jusqu'à l'étage carbonifèrien. En additionnant ces genres propres aux étages paléozoïques inférieurs, mais inconnus à l'étage carbonifèrien, nous en aurons 101 pouvant servir de caractères spéciaux pour distinguer l'étage carbonifèrien des étages inférieurs, et en particulier 52 pour le distinguer de l'étage devonien.

Aujourd'hui, en attendant le travail que M. King doit faire paraître sur l'étage permien d'Angleterre, nous avons, pour en distinguer l'étage carbonifèrien, les genres suivants, encore inconnus dans ce dernier : parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Panopæa* et les deux suivants de notre tableau n° 8; parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Keratophytes*; parmi les Zoophytes, le genre *Stenopora*; c'est-à-dire genres. En joignant les caractères négatifs pour les étages supérieur et inférieur de l'étage carbonifèrien, nous trouvons, en réalité, 106 genres pouvant servir de caractères négatifs pour distinguer l'étage carbonifèrien des autres étages paléozoïques.

§ 1758. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Avec l'étage carbonifèrien, ont paru, pour la première fois, un nombre considérable de genres qui, inconnus aux étages paléozoïques inférieurs, peuvent donner autant de caractères paléontologiques positifs pour le distinguer des trois étages inférieurs. Ces genres sont les suivants : Parmi les Reptiles, le genre *Nothosaurus*. Parmi les Poissons, les genres *Pleuracanthus*, *Pœcilodus*, *Pleurodus*, *Gochliodus*, *Helodus*, *Psammodus*, *Orodus*, *Diplodus*, *Gladodus*, *Carcharopsis*, *Petalodus*, *Oracanthus*, *Gyracanthus*, *Tristichus*, *Sphænacanthus*, *Leptacanthus*, *Physocemus*, *Cladacanthus*, *Cricacanthus*, *Asteroptychus*, *Lepracanthus*, *Orthacanthus*, *Uronemus*, *Hoplopygus*, *Cœlocanthus*, *Orognathus*, *Pododus*, *Graptolepis*, *Eurynodus*, *Platysomus*, *Palæoniscus*, *Gyrolepis*, *Amblipterus*. Parmi les Crustacés, les genres *Cypridella* et *Cyprella*, *Phillipsia*. Parmi les Insectes, les ordres des *Coléoptères*, *Orthoptères*, *Névroptères*, *Arachnides*. Parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Nautiloceras*, *Subclymenia* et *Aploceras*. Parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Acteonina*, *Polyptremaria*, *Eulima*, *Fissurella*, *Chiton*, *Chitonella*. Parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Edmondia*, *Solemya*, *Isocardia*, *Pinna*. Parmi les Mollusques bryo-

zoaires, les genres *Coscinium*, *Fenestrellina*, *Ptylopora*, *Sulcoretepora*, *Crisicoidea*. Parmi les Échinodermes, les genres *Cidaris*, *Echinocrinus*, *Palæchinus*, *Gilbertsocrinus*, *Dimorphicrinus*, *Actinocrinus*, *Dichocrinus*, *Symbathocrinus*, *Atocrinus*, *Edwardsocrinus* et *Taxocrinus*. Parmi les Zoophytes, les genres *Chætetes*, *Fistulopora*, *Rhabdopora*, *Siphonophyllia*, *Acrocyathus*, *Lasmocyathus*. Parmi les Foraminifères, le genre *Fusulina*. Ainsi, sans compter les nombreux genres d'Insectes et d'Arachnides qui naissent à cette époque, sans compter les formes génériques de Plantes qui apparaissent pour la première fois, nous avons, seulement parmi les Animaux vertébrés, mollusques et rayonnés, 72 genres, qui, inconnus dans les étages précédents et surtout à l'étage devonien, sont autant de caractères positifs qu'on peut invoquer pour en distinguer l'étage carbonifèrien où ils apparaissent.

§ 1759. Les genres qui peuvent, jusqu'à présent, nous donner des caractères positifs différentiels d'avec l'étage permien sont les genres qui, nés avec l'étage carbonifèrien, paraissent s'être éteints dans cette même époque, n'ayant fait que paraître et disparaître sur la terre. Ce sont, parmi les Reptiles, le genre *Nothosaurus*; parmi les Poissons, les genres *Pleuracanthus*, *Pœcilodus*, *Pleurodus*, *Gochliodus*, *Helodus*, *Psammodus*, *Orodus*, *Diplodus*, *Gladodus*, *Carcharopsis*, *Petalodus*, *Orthacanthus*, *Cyracanthus*, *Tristichus*, *Sphænacanthus*, *Physocemus*, *Cladacanthus*, *Cricacanthus*, *Asteroptychus*, *Lepracanthus*, *Orthacanthus*, *Uronemus*, *Hoplopygus*, *Orognathus*, *Pododus*, *Graptolepis*, *Eurynodus*; parmi les Crustacés, les genres *Cyprella*, *Cypridella*, *Phillipsia*; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Subclymenia* et *Aploceras*; parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Polytremaria*; parmi les Mollusques lamellibranches, le genre *Edmondia*; parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Fenestrellina*, *Ptilopora*, *Sulcoretepora*, *Crisioidea*; parmi les Échinodermes, les genres *Echinocrinus*, *Palæchinus*, *Gilbertsocrinus*, *Dimorphicrinus*, *Actinocrinus*, *Dichocrinus*, *Symbathocrinus*, *Atocrinus*, *Edwardsocrinus* et *Taxocrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Chætetes*, *Fustulopora*, *Rhabdopora*, *Siphonophyllia*, *Acrocyathus*, *Lasmocyathus*; parmi les Foraminifères, le genre *Fusulina*. Le nombre de ces genres spéciaux à l'étage carbonifèrien s'élève donc à 56, qui, joints aux 46 genres nés antérieurement, s'éteignent encore dans cet étage. Parmi les Poissons, les genres *Onchus*, *Phytolipis*, *Holoptychus*, *Diplopterus*, *Megalichthys*, *Dipterus*, *Acanthodes*, *Ctenophychus*, *Ctenodus*, *Ctenacanthus*; parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Actinoceras*, *Cryptoceras*, *Gomphoceras*, *Clymenia* parmi les Gastéropodes, les genres *Scalites*, *Bellerophon*, *Macrocheilus*, *Serpularia* et *Metoptoma*; parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Cardiomorpha*, *Megalodon* et

Conocardium; parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Strophomena* et *Calceola*; parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Ptylodictya*; parmi les Échinodermes, les genres *Poteriocrinus*, *Cyathocrinus*, *Abracrinus*, *Dimerocrinus*, *Pentremites*, *Amblacrinus* et *Platycrinus*; parmi les Zoophytes, les genres *Plasmopora*, *Aulopora*, *Favosites*, *Lithostrocion*, *Diphyphyllum*, *Favastrea*, *Actinocyathus*, *Alveolites*, *Harmodites*, *Cyathaxonia*, *Amplexus*, *Caninia* et *Michelinia*, le tout formant un total de 102 genres, qui peut donner autant de caractères différentiels avec l'étage permien. En résumé, nous avons 106 genres donnant des caractères négatifs, et 102 genres susceptibles de fournir des caractères positifs pour distinguer paléontologiquement l'étage carbonifèrien des autres étages des terrains paléozoïques, ou 208 formes animales, dont la combinaison donne l'aspect particulier de la faune spéciale de cet étage, et pourra le faire reconnaître partout.

§ 1760. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Aux caractères paléontologiques tirés des genres, qui pourraient être très-suffisants pour distinguer l'étage carbonifèrien des autres, viennent se joindre les innombrables caractères positifs tirés des espèces. En dehors de tous les animaux vertébrés, de tous les animaux annelés et de ces nombreux végétaux qui présentent quelques centaines d'espèces caractéristiques, nous avons, seulement pour les animaux mollusques et rayonnés, le nombre considérable de 1,047 espèces qui, après avoir été sévèrement discutées, sous les rapports de leurs caractères, et de leur synonymie, donnent autant d'espèces caractéristiques de tous les *facies* sous lesquels s'offrent les différents lieux, suivant les diverses zones d'habitation (§ 94-122). Toutes ces espèces, que le manque de place nous empêche de citer ici, sont soigneusement indiquées, avec leurs synonymies et les lieux où elles ont été trouvées, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* (tome I, p. 110 et suivantes), auquel nous renvoyons. On a cité beaucoup d'espèces comme se trouvant à la fois dans les étages devonien et carbonifèrien; mais toutes les comparaisons que nous avons pu faire nous ont démontré qu'elles étaient basées sur de fausses déterminations; car nous n'en connaissons pas encore qui passent réellement d'un étage à l'autre. Nous devons donc, en attendant les preuves contraires, considérer toutes les espèces comme caractéristiques. Nous donnons ci-après quelques-uns des types de la faune de l'étage (*fig.* 371 à 384).

En parcourant notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique*, on pourra s'assurer, par les localités indiquées aux espèces, que tous les points que nous avons cités à l'extension géographique de l'étage contiennent les mêmes espèces, lorsque se présentent les mêmes circonstances de dépôt; ce qu'il ne faut jamais oublier, dans l'assimilation de

localités quelconques. On verra que tous les lieux de France que nous indiquons comme dépendant de l'étage carbonifère contiennent des espèces qui se retrouvent, soit en Angleterre, soit en Belgique, sur des surfaces non douteuses; il en est de même en Espagne et sur tous les autres points du monde. Ainsi, que vous preniez l'étage en Espagne,

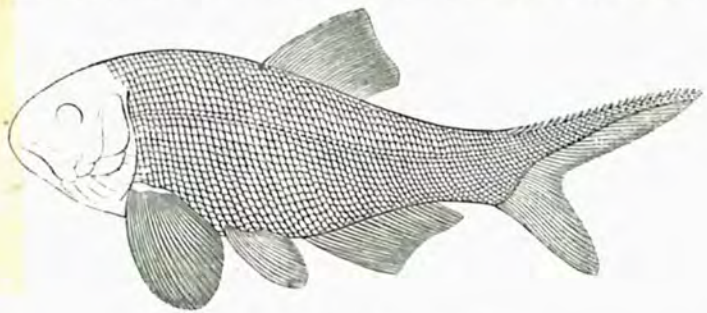


Fig. 371. Amblypterus macropterus.

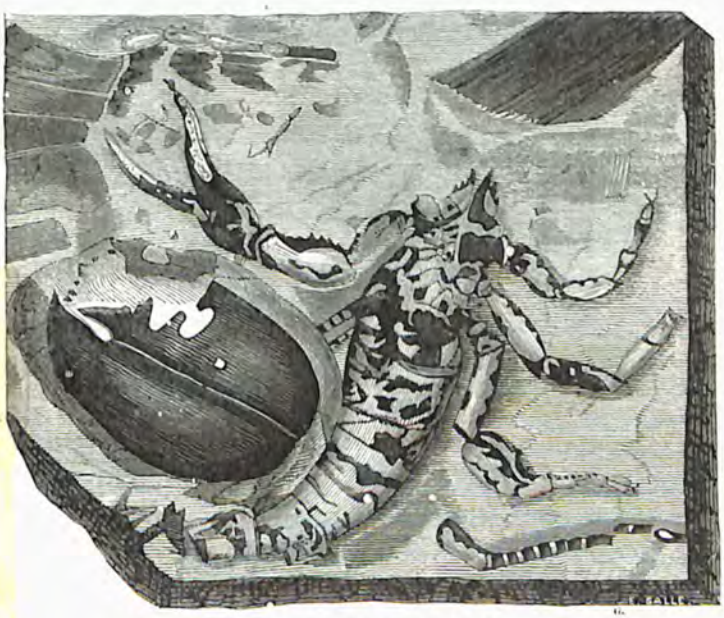


Fig. 372. Cyclophthalmus Buckiandi.

Fig. 373. Limulus rotundus.

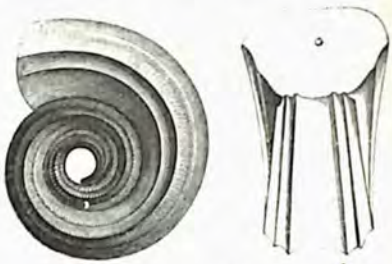


Fig. 374. Nautilus Koninckii.

Fig. 375. Aganides Jossæ.

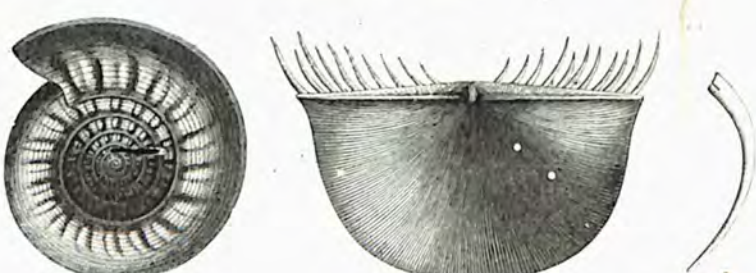


Fig. 377. Choneles Dahmanana.

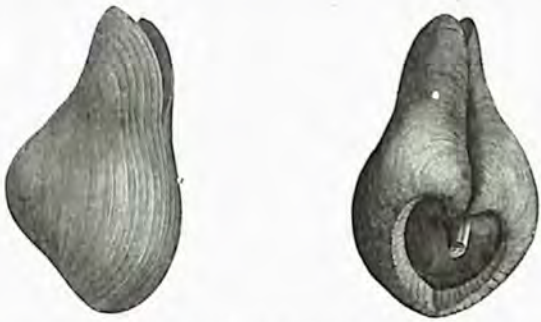


Fig. 376. Conocardium fusiforme.

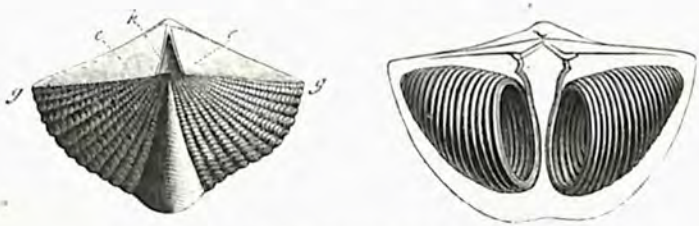
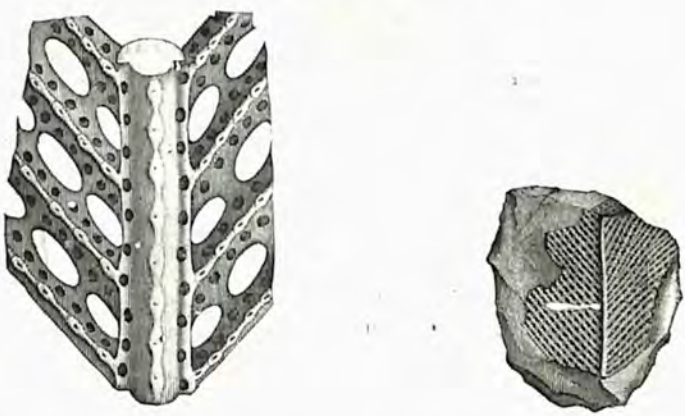


Fig. 378. Spirifer hystericus.



Grossie. Grandeur naturelle.

Fig. 379. Phylopora pluma.

Fig. 382.
Cyathocrinus caryocrinoides.

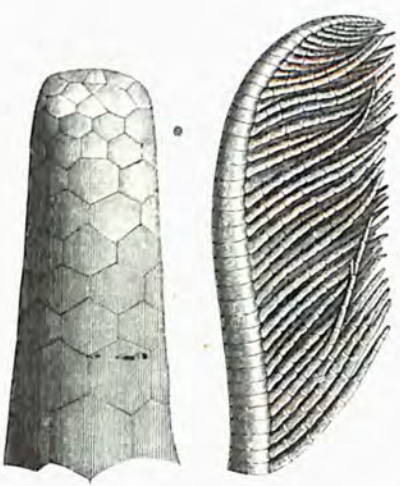


Fig. 381. Platycrinus triacontadactylus.

Fig. 383.
Lasmocyathus aranea.

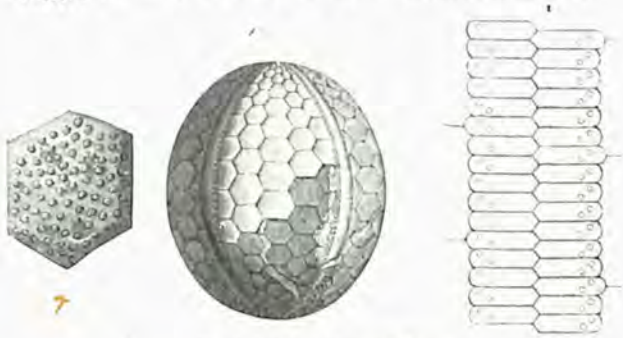


Fig. 380. Echinocrinus ellipticus.

en France, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne et en Russie, jusqu'à la mer Glaciale et le cercle polaire, vous trouvez partout, avec quelques espèces plus ou moins circonscrites, un très-grand nombre d'espèces communes qui témoignent de la parfaite contemporanéité d'époque et de dépôt pendant l'étage carbonifère. Indépendamment de ces espèces se trouvant en Europe depuis l'Espagne jusqu'au cercle polaire, il en est qui se rencontrent également dans l'Amérique septentrionale, depuis le Tennessee jusqu'à l'île Melville, et même dans l'Amérique méridionale, en Australie et à Van Diemen. Aussi nous avons des espèces qu'on voit, à la fois, sous la zone torride et des deux côtés du monde, jusque près des pôles. Les larges limites d'extension de ces espèces prouvent leur contemporanéité d'existence sur tous ces points, et l'unité de milieux d'existence, peu en rapport avec ce que nous observons aujourd'hui. Ces espèces sont les suivantes :

Fig. 384. Fusulina cylindrica.

CRUSTACÉS

Phillipsia seminifera.

MOLLUSQUES.

	Nos du Prodrome.
Nautilus tuberculatus.	22
Orthoceratites calamus.	68
Aganides rotatorius.	115
— sphæricus.	119
Straparollus catilloides.	184
— pentangulatus.	185
— carbonarius.	
Bellerophon Urii.	325
— huilenſe.	327
Pholadomya sulcata.	361
Cypricardia squamifera.	414
*Productus cora (1).	659
* — Boliviensis.	673

(1) Les espèces marquées d'un astérisque se trouvent à la fois en Europe, dans l'Amérique

* Productus semireticulatus.	675
— costatus.	676
* — Flemingii.	677
* — undatus.	665
* — Humboldtii.	684
— punctatus.	688
*Chonetes variolata.	708
Leptæna pecten.	712
Orthis crenistria.	723
— resupinata.	727
— Michelini.	728
Spirifer attenuatus.	759
— cuspidatus.	775
— lineatus.	773
* — striatus.	777
— fasciger	806
*Spirigera Roissyi.	815
— ambigua.	818
— planosulcata.	820
ÉCHINODERMES.	
Echinocrinus Nerei.	889
ZOOPHYTES.	
Cyathaxonia spinosa.	969
— mitrata.	976
Chætetes capillaris.	1014
FORAMINIFÈRES.	
Fusulina cylindrica.	1045

On voit que les recherches actuelles ont déjà fait connaître 39 espèces se trouvant à la fois en Europe et en Amérique, et sur ce nombre 9 qui, plus largement réparties, occupent les régions tropicales, et les régions tempérées et froides de l'ancien et du nouveau monde. Comme, dans l'état actuel des choses, les mêmes espèces n'existent que dans des zones isothermes spéciales (§ 114), et lorsqu'il y a continuité des mers (§ 115), ces faits, qui montrent une contemporanéité parfaite d'existence et une filiation certaine des espèces, nous amènent tout naturellement à ces conclusions importantes : que les mers de l'époque carbonifèrienne devaient s'étendre sans interruption depuis l'Europe jusqu'à l'Amérique septentrionale et méridionale, et même jusqu'à l'Australie ; et qu'il régnait, sur tous ces points, aujourd'hui si disparates, une température presque uniforme.

§ 1761. **Chronologie historique.** A l'instant où l'étage devonien a fini, probablement par suite des dislocations géologiques (§ 1720 et 1737) que nous avons signalées, la faune et la flore ont été totalement anéanties. Nous voyons, en effet, d'après nos connaissances actuelles, s'éteindre à la fois, puisqu'ils n'existent plus dans l'étage carbonifèrien, 52 genres d'animaux parus avant l'étage devonien ou spéciaux à cette époque (§ 1731), en même temps que la flore, que les animaux vertébrés et annelés, et 1196 espèces d'animaux mollusques et rayonnés, qui formaient la faune et la flore connue de l'étage devonien (§ 1732). Longtemps après, sans doute, lorsque le calme s'est rétabli sur la terre, elle se repeuple d'une riche végétation, de beaucoup d'espèces d'animaux terrestres, et, parmi les animaux marins, de 72 genres (§ 1758), et de 1,047

septentrionale, dans l'Amérique méridionale et dans l'Australie. Les autres se rencontrent seulement en Europe et dans l'Amérique septentrionale.

espèces (§ 1760) inconnues dans l'étage devonien, et qui viennent donner l'animation du monde entier à l'époque carbonifèrienne.

L'immense puissance de l'étage carbonifèrien, les accidents si nombreux et si variés qu'il présente partout où il se trouve, nous portent à croire qu'il est peut-être, parmi les diverses époques géologiques qui se sont succédé à la surface du globe, celui qui a duré le plus longtemps. Il existait à cette époque des continents et des mers.

§ 1762. Les mers couvraient une partie de l'Europe. Elles s'étendaient des Asturies en Espagne, probablement sans interruption jusqu'à la Vendée d'un côté, et à l'Hérault de l'autre. Elles contournaient le grand massif central et le massif breton, puisqu'on en retrouve des lambeaux certains dans la Vendée et la Sarthe. Elles se continuaient vers le nord, à l'est et au sud de l'étage devonien, entre le Cornwall et la partie nord du Dorsetshire et du Somersetshire, longeaient à l'est les parties exondées de l'île Anglaise dans le pays de Galles, et se prolongeaient au nord jusqu'en Écosse (Voyez la partie de l'étage 3 de notre carte, *fig* 408). A l'est, elles se joignaient, sans doute, avec les lambeaux que nous retrouvons à Ferques et près de Valenciennes, et se continuaient en Belgique jusqu'aux environs d'Aix-la-Chapelle. Malgré les interruptions actuelles, on doit croire, par l'identité des fossiles, que la mer se continuait sur la Prusse et la Bavière rhénanes, et dans le grand-duché du Rhin. On la retrouvait en Russie, dans le Donetz, et elle couvrait probablement toutes les parties à l'est de l'étage devonien, du nord au sud, depuis le gouvernement de Toula jusqu'à la mer Glaciale ; et à l'est, depuis le Novgorod jusqu'à bien au delà des lieux occupés aujourd'hui par la chaine de l'Oural. Nous devons croire encore que la mer non interrompue s'étendait au Groënland, à la Nouvelle-Écosse, et jusqu'au Tennessee, aux États-Unis ; qu'elle communiquait avec les vastes surfaces couvrant aujourd'hui les Andes boliviennes, qui n'avaient pas encore leur relief, et que peut-être elle allait jusqu'à Van-Diemen. La mer de cette époque s'étendait donc, des deux côtés du monde, depuis la zone torride jusqu'au cercle polaire, vers le nord, et jusqu'au 43° vers le sud, ou sur 116° de latitude, en faisant, pour ainsi dire, le tour du monde ; car les houillères connues en Chine en dépendaient peut-être, ces mers étant, sans aucun doute, soumises aux mêmes influences que les mers actuelles.

§ 1763. Les continents de cette époque, qui probablement étaient considérables, à en juger par les débris de végétaux, commencent à se mieux dessiner pour nous, au milieu de ce chaos des temps passés. Un lambeau de ce continent occupait tout le plateau central de la France, dans les limites comprises entre l'Hérault et Avallon (Yonne) et du cours du Rhône jusqu'à la Vienne (Voyez les parties blanches, et les

parties marquées 3 sur ce plateau, *fig.* 408). On ne retrouve, en effet, sur cette surface, que des dépôts carbonifériens terrestres. Un autre lambeau continental forme tout le massif breton, comprenant : la Bretagne, la Vendée, une partie du Maine et de la Normandie, (parties blanches 1 et 2, *fig* 408) Il s'étendait, probablement, à l'île Anglaise, au Cornwall, au pays de Galles, au Cumberland, à l'ouest des mers de cette époque. On voit même que plusieurs des points côtiers que nous avons cru reconnaitre par les corps flottants en Angleterre (§ 1752) coincident parfaitement avec ces limites. Les points côtiers de la Belgique

Fig. 385. Nevropteris heterophylla.

nous font croire que l'étage devonien servait, sur plusieurs points, de li-

mite méridionale. Par ces mêmes points côtiers, nous pouvons croire que la Norwége, la Finlande et l'ouest de la Russie formaient déjà une vaste région continentale que bornaient des mers peut-être semées d'îles ; car nous avons quelques points côtiers dans l'Altaï et l'Oural. Sans doute encore une partie continentale occupait, de l'est à l'ouest, une partie du Canada. Nous croyons, de plus, qu'un vaste lambeau existait dans le Brésil oriental, sur une grande surface.

Les mers carbonifériennes offraient une faune assez différente de la faune de l'étage devonien, formée de quelques reptiles marins probablement riverains, de très-nombreux Poissons placoïdes et ganoïdes, remarquables par les écailles osseuses dont ils sont cuirassés. C'est même à cette époque que les poissons placoïdes se trouvent à leur maximum

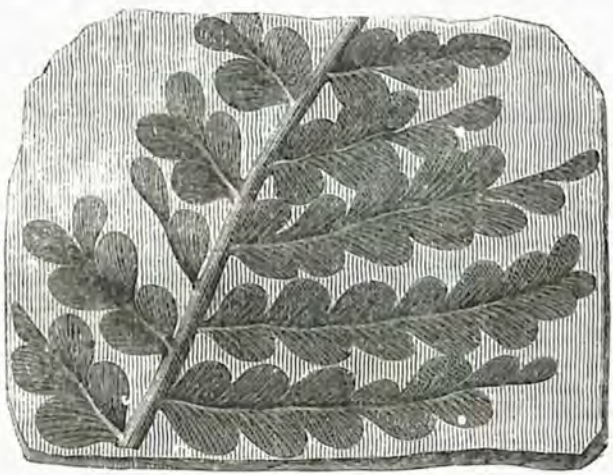


Fig. 386. Odontopteris Schlotheimii.

de développement générique. Les Animaux annelés montrent, pour la première fois, des représentants de la classe des Cirripèdes, sous la forme d'Aptychus, quelques nouveaux genres de Crustacés trilobites et cyproïdes, avec la nouvelle série des Phyllopodes et des Xiphosures. Les animaux mollusques s'y enrichissent de 14 genres nouveaux de Gastéropodes et d'Acéphales ; et quelques-uns, déjà nés dans les autres étages antérieurs, y atteignent leur maximum de développement spécifique, comme les *Productus*, les *Chonetes*, les *Bellerophon*, etc. Les animaux rayonnés s'y montrent sous plusieurs formes nouvelles, parmi les Échinodermes surtout, où nous voyons, pour la première fois, des Échinides,

avec un nombre considérable de Crinoïdes. Les Zoophytes s'y multi-

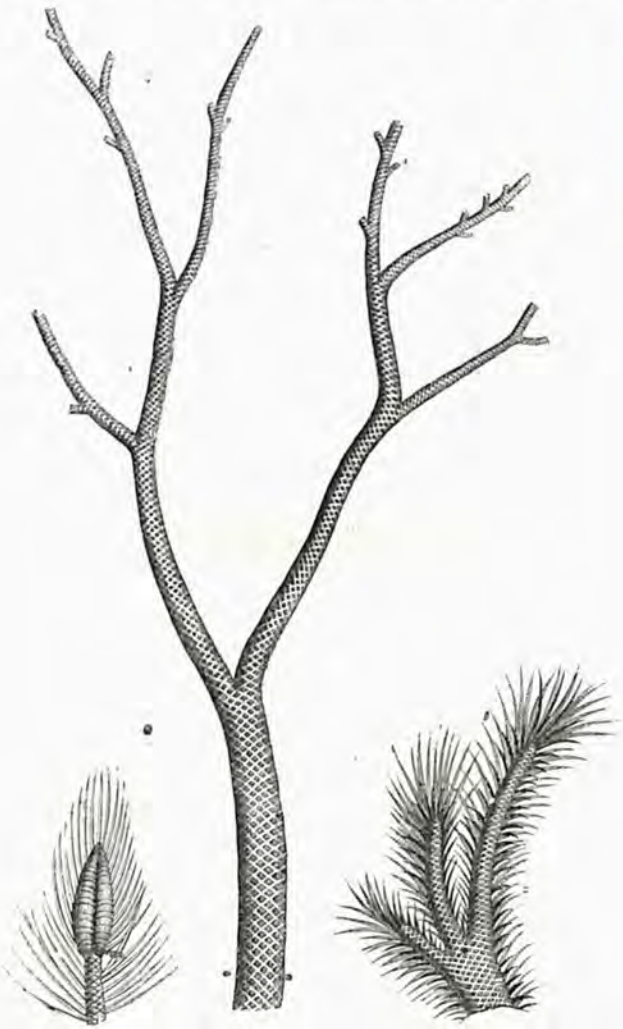


Fig. 387. Lepidodendron Sternbergii.

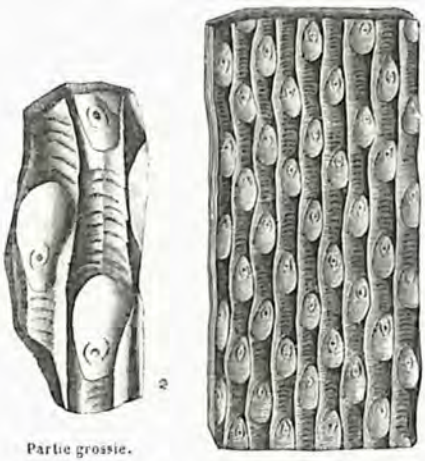
plient encore, et les Foraminifères commencent à s'y montrer sous la forme générique des Fusulines. En résumé, nous y comptons plus de

72 genres nouveaux inconnus à l'étage devonien. On connait de ces mers les plantes marines suivantes, formées d'algues (Genre condrites, 2 espèces; Genre amansites, 2 espèces).

§ 1764. Avec cette animation toujours croissante des mers, les continents de l'étage carbonifèrien n'étaient pas moins bien partagés. On y voit, pour la première fois, apparaitre de nombreux Insectes coléoptères, orthoptères et névroptères, et des Arachnides pulmonaires, voisines des Scorpions. En même temps que ces insectes ailés viennent animer la campagne de leurs couleurs diaprées, la végétation s'y développe à proportion. C'est alors que se montre ce luxe exubérant de végétaux; ces élégantes fougères arborescentes, au feuillage léger comme la plus riche dentelle; ces lepidodendrons élancés; ces feuilles si variées des fougères, des lycopodiacées, dont la terre devait être couverte; ces sigillariées gigantesques luttant de hauteur avec les conifères de l'époque. Rien sans doute, aujourd'hui, n'égalerait le pittoresque d'une telle richesse végétale, dont néanmoins nous donnent une idée quelques-unes des parties

Fig. 388. Calamites cannæformis.

montueuses privilégiées de la zone torride. Cette magnifique végétation, couvrant alors les régions tropicales, les régions tempérées, et jusqu'aux régions de l'île Melleville où, depuis, les frimas sont éternels; cette végétation, croissant partout, sous une température uniformement chaude, *déterminée par la chaleur centrale* propre à la terre, était pourtant destinée, après quelques milliers de siècles, après tant de révolutions terrestres, à devenir pour la race humaine une nouvelle providence! N'est-il pas merveilleux qu'elle se soit conservée, comme pour donner à l'homme, sur tous ces points, maintenant refroidis et souvent glacés, une chaleur factice que la nature ne produit plus? N'est-il pas merveilleux de voir, après un laps de temps si considérable, cette antique végétation rivaliser et même dépasser la végétation moderne pour les services qu'elle rend à l'humanité? On lui doit, en effet, ces magasins souterrains, ces inépuisables dépôts devenus, en ce moment, des sources incessantes de prospérité et les plus puissants moteurs du développement de l'industrie et du commerce.



Partie grossie.

Fig. 389. Sigillaria Grœseri.

Nous devons aux savantes recherches de M. Adolphe Brongniart, de pouvoir donner, dans la liste qui suit, l'ensemble des genres et le nombre des espèces qui composent la flore de l'étage carbonifèrien, dont nous figurons ici quelques types (*fig* 385 à 389).

FLORE DE LA PÉRIODE CARBONIFÈRE.

VÉGÉTATION TERRESTRE OU D'EAU DOUCE.	
Cryptogames amphigènes.	
HYPOXYLÉES.	
Excipulites.	1
CHAMPIGNONS.	
Polyporites	1
Cryptogames acrogènes.	
FOUGÈRES.	
Frondes.	
Cyclopteris.	5
Neuropteris.	4
Nevropteris.	32
Odontopteris	10

Dictyopteris. 3
Sagenopteris. 1
Adiantites. 6
Sphenopteris. 50
Hymenophyllites. 8
Trichomanites. 4
Tæniopteris. 2
Desmophlebis. 3
Alethopteris. 13
Callipteris. 4
Pecopteris. 80
Coniopteris. 7
Cladophlebis. 8
Oligocarpia. 1
Scolecopteris. 1
Chorionopteris. 1
Asterocarpus. 3
Hawica. 1
Senkenbergia. 1
Woodwardites. 1
Lonchopteris. 2
Glossopteris. 2
Schizopteris. 2
?Aphlebia. 2

Pétioles.

Selenopteris. 4
Gyropteris. 1
Anachoropteris. 2
Ptilorachis. 1
Diplophacelus. 1
Calopteris. 1
Tempskia 1

Tiges.

Caulopteris.
Protopteris 2
Zippea. 1
Asterochiæna. 1
Karstenia. 2

LYCOPODIACÉES.

Lépidendrées.

Lepidodendron. 50
Lepidostrobus. 8
Lepidophyllum. 8
Ulodendron. 9
Magaphyton. 4
Halonia. 3
Lepidophloios. 3
Knorria. 2

Psaronicées.

Psaronius. 30
Heterangium. 1
Diplotegium 1

ÉQUISÉTACÉES.

Equisetites. 2
Calamites. 10

Dicotylédones gymnospermes.

ASTÉROPHYLLITÉES.

Calamodendron. 6
Asterophyllites. 20
Hippurites. 1
Phyllotheca. 1
Annularia. 8
Sphenophyllum. 8

SIGILLARIÉES.

Sigillaria. 35
Stigmaria. 6
Syringodendron. 2
Diploxylon. 1
?Ancistrophyllum. 1
?Didymophyllum. 1

NŒGGÉRATHIÉES.

Nœggerathia. 10
Pychnophyllum. 2

CYCADÉES.

?Colpoxylon. 1
?Medulosa. 2

CONIFÈRES.

Walchia. 4
Peuce. 1
Dadoxylon. 7
Palæoxylon. 2
Pissadendron. 2

Dicotylédones angiospermes

Aucune

Monocotylédones.	
(Très-douteuses et imparfaitement connues.)	
Musæites primævus.	1
Cromyodendron radicans.	1
Palmacites carbonigenus.	2
— leptoxylon.	
Myeloxylon (Medullosa elegans).	1
Musocarpum.	2
Trigonocarpum.	7

En résumant ces nombres, et en évitant, autant que possible, les doubles emplois résultant de la répétition d'organes différents appartenant probablement aux mêmes plantes, tels que les feuilles, pétioles et tiges de fougères, etc., on a les chiffres suivants pour les diverses familles :

Cryptogames amphigènes.	6	Sigillariées.	60
Algues.	4	Nœggérathiées.	12
Champignons.	2	?Cycadées	3
Cryptogames acrogènes	346	Conifères.	16
Fougères.	250	*Dicotylédones angiospermes.*	9
Lycopodiacées.	85	*Monocotylédones très-douteuses.*	15
Equisétacées.	13		
Dicotylédones gymnospermes.	135	Total.....	500
Asterophyllitées.	44		

Le savant professeur à qui nous empruntons ces résultats a reconnu, pour les plantes, ce que nous avons signalé pour les animaux marins ; c'est que beaucoup des espèces européennes se trouvent aux États-Unis (§ 1760). Cette flore est encore peu de chose, comparée aux flores actuelles ; mais il faut bien se rendre compte, avant de rien conclure, du nombre considérable d'espèces anéanties, comparé au nombre conservé dans les couches terrestres, qui ne sont que des exceptions. Nous croyons donc que les plantes que nous connaissons ne sont, comme les animaux de cette époque, que quelques débris échappés, comme par miracle, au naufrage général dû à la décomposition trop prompte de beaucoup de plantes et aux diverses révolutions du globe. Néanmoins, M. Brongniart s'exprime ainsi relativement à la pauvreté et aux caractères propres de cette flore :

« L'absence complète des Dicotylédones ordinaires ou Angiospermes, celle presque aussi complète des Monocotylédones, expliquent, du reste, cette réduction de la flore ancienne ; car actuellement ces deux embranchements du règne végétal forment au moins les quatre cinquièmes de la totalité des espèces vivantes connues. Mais aussi les familles, si peu nombreuses, existantes à cette époque renferment d'une manière absolue beaucoup plus d'espèces qu'elles n'en offrent maintenant sur le sol de l'Europe. Ainsi les fougères du terrain houiller, en Europe, comprennent environ 250 espèces différentes, et l'Europe entière n'en produit actuellement que 50 espèces.

« De même les Gymnospermes, qui maintenant ne comprennent, en Europe, qu'environ 25 espèces de Conifères et d'Éphédrées, renfermaient alors plus de 120 espèces de formes très-différentes.

« Ces familles, seules existantes et bien plus nombreuses alors qu'elles ne le sont maintenant dans les mêmes climats, si l'on embrasse la période carbonifère entière, étaient encore plus remarquables par les formes si différentes sous lesquelles elles se présentaient. Ainsi, parmi les Cryptogames nous remarquons des genres de Fougères actuellement complétement détruits et plusieurs espèces arborescentes, des Prêles ou des végétaux voisins presque arborescents; des Lycopodiacées formant des arbres gigantesques : toutes formes actuellement inconnues, soit dans le monde entier, soit du moins dans les zones tempérées.

« Parmi les végétaux que nous rangeons dans les Dicotylédones gymnospermes, les différences sont encore plus tranchées, car ils constituaient des familles complétement anéanties depuis cette époque : telles sont les Sigillariées, les Noeggérathiées et les Astérophyllitées.

« Les caractères de la végétation pendant la période carbonifère peuvent se résumer ainsi :

« Absence complète des Dicotylédones angiospermes;

« Absence complète ou presque complète des Monocotylédones.

« Prédominance des Cryptogames acrogènes et formes insolites et actuellement détruites dans les familles des Fougères, des Lycopodiacées et des Équisétacées.

« Grand développement des Dicotylédones gymnospermes, mais résultant de l'existence des familles complétement détruites, non-seulement actuellement, mais dès la fin de cette période (1). »

§ 1765. Comme nous l'avons fait remarquer, la même faune marine se trouvant à la fois sous la zone torride et jusqu'aux pôles, pendant l'étage carbonifèrien, on a la certitude que cette unité de répartition tient encore, ainsi que pour les précédents, à la chaleur centrale propre à la terre, qui neutralise l'effet des zones isothermes que nous donne la température actuelle.

(1) Un mot relativement aux végétaux fossiles de Lamure et de la Tarentaise. M. Brongniart admet, et nous croyons à toute la valeur réelle de ses observations, que les végétaux de ce point en litige sont bien une dépendance de l'étage carbonifèrien. Les fossiles marins que M. Scipion Gras a rencontrés sur ce point sont bien certainement aussi, comme nous l'avons reconnu, et sans qu'on puisse élever le moindre doute à cet égard, des coquilles de l'étage sinémurien ou du lias inférieur. Voici les deux faits bien positifs en présence. Comme les résultats donnés par les végétaux sont partout en rapport avec les résultats donnés par la zoologie fossile, nous croyons que ces deux éléments de vérité ne peuvent être en défaut, sur un seul point encore assez obscur, quand ils sont, partout ailleurs, dans l'accord le plus parfait. Ces résultats généraux nous portent à penser que deux âges géologiques superposés distincts existent sur ces points, et que des observations postérieures viendront montrer que cette exception si étrange qu'on y a signalée tient à quelque interversion géologique locale des couches spéciales aux deux époques.

§ 1766. Les oscillations du sol nous paraissent avoir été, durant cette époque, plus nombreuses que dans beaucoup d'autres; et sans elles nous ne pourrions expliquer d'une manière satisfaisante ces parties continentales avec leur végétation en place, alternant plusieurs fois avec des centaines de mètres de puissance de couches marines.

§ 1767. En résumé, toutes les causes physiques qui agissent aujourd'hui avaient, sans aucun doute, la même influence pendant l'étage carbonifèrien; mais celui-ci a été interrompu par une perturbation géologique générale dont nous trouvons des traces à la fois dans les discordances de stratification (§ 1741), peut-être dans la formation de la houille supérieure (§ 1755), et dans les limites des faunes (§ 1758, 1761).

C'est à la fin de l'étage carbonifèrien, et avant les premiers dépôts permiens, que M. Murchison ferait remonter la première dislocation de la chaîne de l'Oural, qui aurait amené son relief. Cette dislocation est assez importante pour qu'on puisse lui attribuer la fin de la période carbonifèrienne. C'est encore à cette époque que M. Élie de Beaumont place la dislocation de son *système du nord de l'Angleterre*, dirigée N. 5° O., au S. 5° E. Nous avons cru devoir aussi rapporter à la fin de cette époque la dislocation du *système chiquitéen* qui, dans la république de Bolivia, prend une extension considérable du 47° au 68° de longitude occidentale de Paris, et du 10° au 20° de latitude sud, dans la direction de l'O. 25° à 30° N., à l'E. 25° à 30° S. Comme on le voit, ce ne sont pas les perturbations géologiques qui manquent pour expliquer la fin de la grande période carbonifèrienne, et l'anéantissement de sa faune et de sa flore, sur tous les points du globe à la fois. On aurait donc, pour s'éclairer sur ces grands faits, les causes et les effets; et il y aurait, comme pour les étages précédents, accord parfait dans tous les résultats stratigraphiques et paléontologiques.

4e Étage : **PERMIEN, Murchison.**

Première apparition des genres *Ostrea*, *Myoconcha*, *Panopæa*, etc.

Règne des genres *Nothosaurus*, *Gyropristis*, *Janasso*, *Keratophytes* et *Stenopora*

Zone du *Panopæa lunula*, des *Productus Cancrini* et *horridus*, et du *Rhynchonella Schlotheimii*.

Dérivé du nom. M. Murchison, comme il l'a fait pour l'étage devonien, a pris le nom de cet étage de celui de la ville de *Perm*, en Russie, où se trouve le type russe. Nous l'adoptons, parce qu'il ne tient à aucun caractère spécial propre à la nature minéralogique, et qu'il a la même terminaison euphonique que les étages précédents.

§ 1768. **Synonymie.** *Système permien* (*Magnesian Limestone*, calcaire magnésien), *Lower Red sandstone*, de M. Murchison; *grès rouge*,

Zechstein, grès des Vosges? de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ; *Zechstein, Rothe todte liegende* des Allemands ; partie de la *période salino-magnésienne*, de M. Cordier, comprenant le *terrain pénéen*, étage du *Psephites*, du *Zechstein*, et *grès des Vosges* ; *terrain pénéen* de M. d'Omalius d'Halloy ; partie du *grès rouge* et du *Zechstein* de M. De la Bèche ; *terrains psammérithriques* de M. Huot ; *nouveau grès rouge inférieur* de quelques Anglais ; groupe des *terrains abyssiques pénéens* de M. Brongniart ; *schistes cuivreux ; formation du grès rouge*, de M. Rozet ; *Alpen-Kalkstein*, des Allemands ; *terrain pénéen*, de M. Beudant.

§ 1769. **Extension géographique**. Sous la forme de grès rouge, ou de grès des Vosges, d'après MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, cet étage commence à se montrer en France (voyez les parties marquées 4 dans notre carte, *fig.* 408) au sud des Vosges, à Faymont, à Chenebie (Haute-Saône) : et ensuite il formerait, de chaque côté des Vosges, une bande plus ou moins interrompue, qui passerait à l'est, par Anjoutey, près de Rouffach (Haut-Rhin) ; à Klingenthal (Bas-Rhin) ; à l'ouest, par Saint-Pierre-lès-Mélisse (Haute-Saône), près de Remiremont, de Saint-Nabord, à Épinal, à Bruyères, à Saint-Dié, à Raon-l'Étape (Vosges). Un peu au delà, les deux bandes se réunissent et suivent la direction des Vosges, des Basses-Vosges ou de la Hardt, par Garbourg (Meurthe), Hægen, Neuviller (Bas-Rhin), et commence une bande N.-N.-E. qui occupe la Bavière rhénane, à Kaiserslautern-Otterberg, jusqu'au delà de Neu-Leiningen. Une autre large surface, également sous forme de grès des Vosges, commence dans la Moselle, à Longeville ; s'élargit et se divise pour passer des deux côtés des lambeaux carbonifériens que nous avons signalés, en se dirigeant, par Sarrebruck et Sarrelouis, d'un côté à la partie de la Bavière rhénane dont nous avons parlé, et de l'autre dans le grand-duché du-Rhin, par Wadern, Monzingen et Kreutznach

Comme nous attachons plus d'importance aux caractères donnés par les fossiles qu'aux caractères purement minéralogiques, que nous savons ne conduire souvent qu'à des erreurs, nous croyons devoir rapporter encore à cet étage, et la superposition confirmerait ce rapprochement, tous les grès des environs de Lodève (Hérault), où M. Adolphe Brongniart a reconnu une flore voisine de celle des points les plus caractérisés de cet étage, et différente de la flore de l'étage carboniférien.

En Angleterre, cet étage est très-répandu. Il se montre à l'extrémité sud du comté de Glamorgan, suit une ligne presque régulière autour de l'étage carboniférien dans le Worcester, par Bridgenorth, dans le Salopshire, jusqu'au Denbighshire, dans le Lancastershire, le Nottingham, le Derbyshire, le Yorkshire, jusqu'au Durham ou le Cumberland, ayant ainsi, de chaque côté de l'étage carboniférien, une direction générale presque nord et sud. On en trouve encore au nord de l'Écosse.

En Allemagne, dans le grand-duché de Bade, d'après les savants auteurs de la carte géologique de France, l'étage, sous forme de grès des Vosges, se montrerait en lambeaux dans la forêt Noire, près d'Oberlenzkirch, à Ettenhein, à Schramberg, à Freudenstatt, et jusqu'à Wildbad, sur une large ligne presque nord et sud, et sous forme de grès rouge en lambeaux, dans l'Odenwald, à l'est de Ladenburg, au nord de Darmstadt, et plus au nord à Windecken. D'après M. Murchison, on trouverait encore des lambeaux bien plus au nord, à Waldeck, à Furstenberg, près de Korbach, et de Stadtberg. D'assez grands lambeaux existent dans la Silésie, la Vétéravie, le Hartz, et surtout en Saxe. M. d'Omalius d'Halloy signale un lambeau en Belgique, près de Malmédy.

La plus grande surface connue de l'étage permien existe en Russie. D'après MM. Murchison, de Keyserling et de Verneuil, quelques petits lambeaux se montrent dans l'Astrakhan, au mont Arsargar, près du lac Elton ; mais le grand ensemble commence d'un côté au sud, dans le gouvernement de Saratov, et près des derniers contre-forts de l'Oural, vers le 48e degré. Ces lambeaux se réunissent près d'Orenbourg, et forment une vaste surface dirigée au N.-N.-O., longeant d'un côté les contre-forts occidentaux de l'Oural et des monts Tinans, de l'autre l'étage carbonifériens, dans les gouvernements d'Orenbourg, de Simbirck, de Kazan, de Novgorod, de Ziatka, de Perm, de Kostroma, de Vologda, jusqu'à la mer Blanche et au golfe de Tcheskaia, dans la mer Glaciale.

D'après les fossiles, M. de Koninck pense que l'étage occuperait encore une partie de la rade de Bell-Sound au Spitzberg, au 80e de latitude nord et une partie de la Tasmanie. On n'a pas encore reconnu l'étage dans l'Amérique septentrionale ; mais nous ne serions pas étonné qu'il fût représenté dans l'Amérique méridionale par quelques-unes des roches de grès ou d'argile que nous avons provisoirement rapportées aux terrains triasiques, ou à l'étage carbonifériens, tels que les grès rouges du fort de Principé de Beira, au nord de Moxos, frontière brésilienne.

§ 1770. **Superposition**. On rencontre l'étage permien, comme nous le concevons, reposant immédiatement sur l'étage carbonifériens, à l'est de la Moselle, en France, dans la Bavière rhénane et dans le grand-duché du Rhin ; en Allemagne, près de Stadtberg ; dans toutes les parties de l'Angleterre, depuis le Glamorgan jusqu'à Durham et en Écosse. Il en est de même des deux côtés de la Russie : à l'est, sur la pente occidentale de l'Oural ; à l'ouest, depuis Orenbourg jusqu'à la mer Blanche. Cette superposition générale, de toutes les vastes étendues de l'étage permien, toujours sur l'étage carbonifériens, et souvent concordant avec lui, comme M. Sedgwick l'a reconnu dans le N.-E. de l'Angleterre, annonce certainement, comme tous les géologues l'admettent, qu'il a bien suc-

cédé régulièrement, dans l'ordre chronologique, à l'étage carbonifèrien.

Nous avons réuni à l'étage les schistes-ardoises des environs de Lodève (Hérault), d'après l'analogie de la flore ; en rejetant l'analogie du caractère minéralogique, qui l'a fait classer dans les terrains triasiques. Il reste à savoir si la superposition s'oppose à cette réunion ou la confirme. D'après la carte géologique de France, ce lambeau s'étendrait, sans interruption jusqu'au Bousquet, où il est en contact immédiat, et recouvre l'étage carbonifèrien. On voit que la superposition viendrait corroborer notre opinion, puisque là, comme partout ailleurs où l'étage est très-étendu, ce lambeau repose sur l'étage carbonifèrien qui a régulièrement précédé. Ainsi la superposition, d'un côté, les caractères paléontologiques, de l'autre, seraient ici, comme partout, d'accord, pour placer ce lambeau de Lodève dans l'étage permien. On conçoit que ces deux considérations ne nous laissent aucun doute sur son classement, surtout quand on voit les caractères minéralogiques avoir aussi peu de valeur.

§ 1771. **Discordances.** La superposition nous a donné la certitude que l'étage permien a succédé régulièrement à l'étage carbonifèrien, tandis que des discordances nombreuses les séparent l'un de l'autre, et nous donnent les limites inférieures de celui-ci (§ 1741). Il nous reste à signaler les limites stratigraphiques supérieures entre les étages permien et conchylien. Ces limites sont parfaitement données par le manque de l'étage conchylien, sur toute cette vaste surface de l'étage permien, que nous avons signalé en Russie. En effet, il a fallu, entre les deux, une perturbation géologique évidente, pour empêcher l'étage carbonifèrien de se déposer aux parties inférieures (§ 736). Il en a également fallu une autre pour changer les niveaux marins de manière à ce que l'étage suivant ne se soit pas déposé sur celui-ci. Les discordances d'isolement sont encore marquées par les lambeaux de l'étage conchylien, qui, au lieu de reposer sur l'étage permien, recouvre les roches azoïques ou granitiques, comme on peut l'observer, presque partout, dans le grand lambeau du Var, dans le grand-duché du Rhin ; en Allemagne, à Trèves, à Lorrach, ainsi qu'aux États-Unis. Il en est de même en Angleterre, dans le Devonshire et le Somersetshire, où l'étage conchylien repose en couches discordantes sur les étages devonien ou carbonifèrien. Nul doute, en conséquence, qu'une perturbation géologique arrivée entre les étages permien et conchylien, n'ait complétement isolé l'un de l'autre.

§ 1772. De savants géologues ont distingué, d'après des considérations géologiques, le grès des Vosges des grès rouges et du Zechstein. On voit, quelquefois, ainsi que nous l'avons fait remarquer, l'un remplacer l'autre. D'ailleurs, comme nous envisageons un étage (§ 1610), les grès des

Vosges, pour ainsi dire sans fossiles, ne peuvent être considérés comme une époque de cette valeur. Nous les plaçons donc ici, en attendant que l'analogie des fossiles puisse dire certainement s'ils doivent rester dans l'étage permien, ou s'ils doivent rentrer dans les terrains triasiques, suivant l'opinion de quelques géologues.

§ 1773. **Composition minéralogique comparée** Dans les Vosges, on trouve isolées ou superposées sur quelques points, comme à l'extrémité méridionale et près Raon, deux natures de roches presque sans fossiles : l'une inférieure, le *grès rouge*, composé soit d'arkose à grains fins, soit de grès siliceux rouge, avec la base souvent remplie de galets roulés ; l'autre supérieure, le *grès des Vosges*, roche arénacée quartzeuse rougeâtre Le grès rouge se trouve seul dans l'Odenwald Le grès vosgien est, sans les grès rouges, dans toute la Bavière rhénane et dans le grand-duché du Rhin, ce qui pourrait prouver que, s'ils sont superposés sur des points restreints, ils se remplacent souvent ailleurs l'un par l'autre. En Angleterre, ce sont généralement des calcaires magnésiens, des marnes rougeâtres et jaunes ou des grès rougeâtres, contenant souvent des galets à la base. En Saxe, en Silésie et en Thuringe, on trouve soit des brèches, soit des poudingues à gros grains, ou des grès qui passent à une argile rouge ; M. Weithein y a même signalé de la houille. En Silésie, suivant M. Manès, il se compose de grès rouges, blancs, et de houille ; en Thuringe, ce sont des grès cuivreux. Ces principaux traits de composition minéralogique prouvent que l'étage, comme tous les autres, est très-variable, et qu'on ne peut, dès lors, lui assigner un caractère minéralogique constant, surtout pour des points éloignés les uns des autres.

§ 1774. **Puissance connue.** L'épaisseur de l'étage est très-variable ; mais voici quelques-uns des points où cette épaisseur est plus grande. On a trouvé que les grès des Vosges, près de Raon-l'Étape, avaient de 500 à 540 mètres de puissance, et que près de Heidelberg ils montraient 650 mètres. Dans le Hartz, les grès rouges ont offert jusqu'à 1.000 mètres, ce qui suffit pour prouver que l'étage a duré un laps de temps assez considérable.

§ 1775. **Déductions tirées de la nature des sédiments et des fossiles.** Nous avons trop peu de documents sur les fossiles de cet étage, pour ne pas nous imposer une extrême réserve sur les déductions à en tirer. Voici néanmoins, d'après l'ensemble, ce que nous pouvons entrevoir :

D'abord, les galets de la base, qu'on rencontre en Angleterre et dans les Vosges, coïncideraient avec le mouvement des eaux du commencement de cette époque.

Dépôts terrestres. On doit probablement regarder comme tels les

points où le grès permien de Russie contient seulement des plantes terrestres, et les schistes-ardoises de Lodève, où le même fait se reproduit, sans qu'il y ait traces de restes organisés marins.

§ 1776. **Points littoraux des mers.** Le mélange des algues marines avec des plantes terrestres nous porterait à croire que les schistes bitumineux de Mansfeld et d'Ilmenau, de la Thuringe, se sont déposés sur un point littoral. Peut-être en est-il ainsi de la houille de Glatz, en Silésie. Cette supposition serait encore corroborée par le fait qu'Ilmenau est, en même temps, un point où les coquilles flottantes de Céphalopodes se sont déposées; aussi la zoologie et la botanique amèneraient aux mêmes conclusions. Les autres lieux où les coquilles flottantes seules nous portent à croire qu'il devait y avoir un littoral maritime se bornent, en Saxe, à Milbitz et à Ropsen, près de Géra.

§ 1777. **Points sous-marins voisins des côtes.** L'abondance des Mollusques gastéropodes et acéphales nous fait penser que les lieux suivants, qui sont en même temps des localités riches en fossiles, se sont déposés non loin des côtes et au-dessous des marées. En Saxe, Cosma, Altenstein près de Thal, près de Gotha, Hern, Osterode, Schatzfeld, Asbach, Schmalkalden, Thieschultz, Sommeritz, Lehdorf, Altendorf, etc. Dans le Hartz, Muhlberg, près de Sachwerfen, Katzenstein; en Russie, Meletamak, Clueftzciski sur le Volga, Alstion près de Kazan, Kleveline sur le Tcheremshain, Ilchegula Troplora; dans la Russie septentrionale, Sergiesh, rivière Utcha, embouchure de la Kama, Petschora, etc.

§ 1778. **Points profonds des mers.** La plus grande abondance de Mollusques brachiopodes et bryozoaires, d'Échinodermes et de Zoophytes pourrait faire supposer que les points suivants se sont déposés dans des zones plus profondes que les points précédents. En Saxe, Altenbourg, Glücksbrunn, près de Siebach, Kœnitz, Possneck; en Silésie, Lobau sur la Queiss; en Véteravie, Rudengen; en Russie, Itzchalki sur le Piana, à l'est d'Arzamas; dans la partie septentrionale, Ustjoschuga, bords de la Pinega, Wel près de Kischerma, Chidrova, près de l'embouchure de la Vaga, dans la Dvina; dans l'Oural, à Nijnei, Irginik; au sud d'Archangel; au Spitzberg, la rade de Bell-Sound; la Tasmanie; en Angleterre, Hombleton-hill près de Sunderland, Midleridge, etc., etc.

Ces zones, plus ou moins marquées par le cantonnement des êtres, nous donnent au moins la certitude que ces mers étaient soumises à toutes les causes actuelles qui agissent aujourd'hui (§ 78).

§ 1779. **Oscillations du sol.** La conservation des points littoraux indiqués pourraient faire supposer que des oscillations ont eu lieu durant cette époque, ou au moins à la fin.

§ 1780. **Caractères paléontologiques.** Le peu de renseignements que nous avons sur cet étage nous donne pourtant la certitude, pour les

animaux, comme M. Brongniart l'a reconnu pour les plantes, que l'ensemble zoologique annonce des relations bien plus intenses avec l'étage carbonifèrien qu'avec les dépôts triasiques. Les animaux et les plantes, par leurs caractères généraux, placeraient donc l'étage permien aussi bien comme intermédiaire à ces deux époques, que la superposition même. Ainsi, sous ce rapport, tout concorde : la géologie et la paléontologie. Voici, d'après les données actuelles, les caractères distinctifs de cet étage.

§ 1718. **Caractères paléontologiques négatifs tirés des genres.** Pour séparer l'étage permien de l'étage carbonifèrien, indépendamment des 56 genres que nous voyons naître et disparaître dans l'étage carbonifèrien (§ 1759), nous avons encore 46 genres qui s'éteignent dans l'étage carbonifèrien, et qui, au moins jusqu'à présent, sont inconnus dans l'étage permien, ce qui donne un total de 102 genres, pour distinguer, comme caractères négatifs, l'étage permien de l'étage carbonifèrien. En supposant même que les nouvelles découvertes viennent en diminuer le nombre, ce qui est très-probable, il en restera toujours assez pour séparer ces deux étages.

§ 1782. Pour distinguer l'étage permien de l'étage conchylien, nous avons les genres suivants, propres à l'étage conchylien, inconnus dans l'étage permien, et pouvant, dès lors, servir de caractères négatifs entre ces deux étages.

Parmi les Reptiles, le genre *Tecodonthosaurus* et les 12 genres suivants de notre tableau n° 3. Parmi les Poissons, les genres *Nemacanthus*, *Lecacanthus* et 6 autres. Parmi les Crustacés, le genre *Pemphix*. Parmi les Mollusques céphalopodes, les genres *Ceratites* et *Conchorhynchus*. Parmi les Mollusques gastéropodes, les genres *Chemnitzia* et *Neritopsis*. Parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Myophoria* et les 4 suivants de notre tableau n° 8. Parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Aspendesia*. Parmi les Échinodermes, les genres *Aplocoma* et *Encrinus*, et les 3 genres suivants de notre tableau n° 11. Parmi les Zoophytes, le genre *Prionastrea*. Parmi les Amorphozoaires, le genre *Amorphospongia*. Ces 40 genres inconnus à l'étage permien, et ayant paru seulement dans l'étage conchylien, réunis aux 102 autres genres négatifs propres à distinguer l'étage carbonifèrien, nous donnent 142 genres pouvant offrir des caractères négatifs pour séparer l'étage permien des étages supérieurs et inférieurs qui l'accompagnent dans l'ordre chronologique.

§ 1783. **Caractères paléontologiques positifs tirés des genres.** Comme on pourra le voir dans nos tableaux et dans notre Prodrome, il naît avec l'étage permien les genres suivants qui, encore inconnus à l'étage carbonifèrien, peuvent servir de caractères positifs pour l'en

distinguer. Parmi les Reptiles, les genres *Nothosaurus*, *Proterosaurus*. Parmi les Poissons, les genres *Gyropristis*, *Dictea*, *Janassa*, *Acrodus* et *Strophodus*. Parmi les Mollusques lamellibranches, les genres *Panopæa*, *Ostrea* et *Myocoencha*. Parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Keratophytes*. Parmi les Zoophytes, le genre *Stenopora*. Ainsi, parmi le petit nombre de fossiles décrits jusqu'à présent, il nous reste encore 12 genres pouvant servir de caractères positifs, pour distinguer l'étage permien, où ils paraissent pour la première fois.

§ 1784. Pour séparer l'étage permien de l'étage conchylien, nous avons, comme caractères positifs du premier, les genres suivants, qui, nés avec l'étage permien, s'y éteignent et ne se trouvent pas, jusqu'à présent, dans l'étage conchylien, ce qui ferait supposer qu'ils n'y vivaient pas. Parmi les Reptiles, le genre *Nothosaurus*. Parmi les Poissons, les genres *Gyropristis*, *Dictea*, et *Janassa*. Parmi les Mollusques bryozoaires, le genre *Keratophytes*. Parmi les Zoophytes, le genre *Stenopora*. Les 6 genres qui précèdent, joints aux 12 genres qui suivent et qui se sont également éteints dans cet étage. Parmi les Poissons, les genres *Acrolepis*, *Pygopterus* et *Platysomus*. Parmi les Mollusques gastéropodes, le genre *Murchisonia*. Parmi les Mollusques brachiopodes, les genres *Orthis*, *Atrypa* et *Chonetes*. Parmi les Mollusques bryozoaires, les genres *Fenestrella*, *Penniretepora*, *Ichthyorachis*. Parmi les Zoophytes, le genre *Cyathophyllum*. Ils forment un ensemble de 18 genres, qui peuvent, aujourd'hui, nous donner des caractères distinctifs entre l'étage permien et l'étage conchylien.

§ 1785. **Caractères paléontologiques tirés des espèces.** Aux caractères paléontologiques tirés des genres nous pouvons ajouter les caractères plus certains encore, et surtout moins variables, donnés par les espèces. Indépendamment des animaux vertébrés et annelés, dont on connaît un bon nombre d'espèces, et des plantes qu'on trouvera désignées plus loin, on pourra voir, dans notre *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* (tome 1, p. 163), que nous connaissons, en animaux mollusques et rayonnés seulement, 91 espèces dont nous avons préalablement discuté les caractères zoologiques. Ces 91 espèces seront donc, pour nous, autant d'espèces caractéristiques qui, suivant leur zone habituelle d'habitation (§ 129 à 132), pourront servir à faire reconnaître l'étage permien (car nous avons reconnu que les espèces qui avaient été données comme se trouvant dans d'autres étages en sont tout à fait distinctes). Parmi ces espèces, les plus répandues en Angleterre, en Allemagne et en Russie, au Spitzberg, et même en Tasmanie, sont les suivantes : *Panopæa lunula*, *Mytilus Hausmanni*, *Avicula speluncaria*, *Productus Leplayi*, *Cancrini*, *horridus*, *Lewisianus*, *Geinitzianus*, *Rhynchonella Schlotheimi*, *Cyrthia cristata*, *Spirigera pectinifera*.

Ainsi, par ces espèces, nous avons la certitude que les dépôts d'Angleterre, d'Allemagne, de Russie, jusqu'à la mer Glaciale et meme jusqu'au Spitzberg, étaient contemporains et faisaient partie des mêmes mers. Il ressort encore de cette répartition, qu'une température presque égale existait depuis l'Angleterre jusqu'au Spitzberg, c'est-à-dire jusqu'au 80° de latitude nord aujourd'hui séjour des frimas éternels et des glaces. Voici quelques-unes de ces espèces (*fig* 390 et 391).

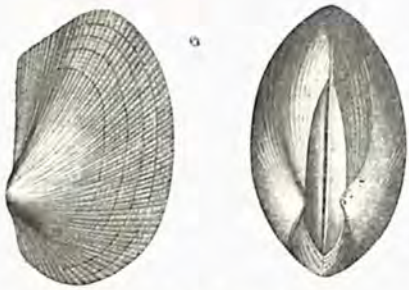


Fig. 390 Arca antiqua.

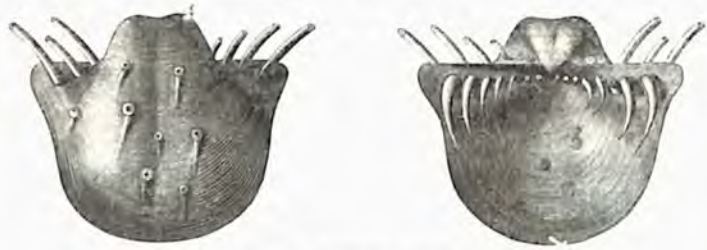


Fig. 391. Productus horridus.

§ 1786. **Chronologie historique**. Lorsque l'étage carbonifèrien a terminé sa période, sans doute par suite des grandes perturbations géologiques que nous avons signalées § 1767), l'élégante flore et la nombreuse faune de l'étage carbonifèrien ont cessé d'exister. Alors, pendant que ces legères fougères arborescentes, que ces végétaux si varies étaient ensevelis pour toujours dans les couches terrestres, nous voyons s'éteindre 102 genres (§ 1759), en même temps que 1047 espèces (§ 1760) d'animaux mollusques et rayonnés, sans compter les nombreux animaux vertébrés et annelés qui concouraient à former la faune de l'étage carbonifèrien. Après cette catastrophe, qui atteignait à la fois toute la nature, il est probable que le calme s'est peu à peu rétabli : les mers sont entrées dans leur nouveau lit, les continents ne sont plus envahis par les eaux ; et notre planète, a la suite d'un laps de temps considérable, se repeuple de végétaux et d'animaux. Quelques plantes sont arrivées jusqu'à nous; et avec elles, 12 genres d'animaux inconnus

dans l'étage carboniférien, ainsi que 91 espèces toutes distinctes des espèces de l'étage précédent ; débris qui témoignent encore de l'existence de cette faune spéciale. Cet état de choses a, sans doute, duré longtemps, à en juger par la puissance de mille mètres de couches déposées sur quelques points. Pendant cette période, il y avait des mers et des continents.

§ 1787. Les mers couvraient peut-être une partie de la place occupée aujourd'hui par la chaine des Vosges (voyez les parties marquées 4 dans notre carte, *fig.* 408), et cette mer s'étendait dans la direction presque du N.-N.-E. par la Bavière rhénane et le grand-duché de Bade, probablement sans interruption, jusqu'en Saxe et en Silésie. L'identité des espèces entre la Silésie, l'Angleterre et la Russie doit nous faire croire que cette mer communiquait d'un côté, avec la mer permienne qui occupe le centre de l'Angleterre, depuis le Glamorgan jusqu'à Durham ; et, de l'autre, avec les mers permiennes de Russie, dont une si vaste surface N.-N.-O. occupe depuis le 48° de latitude nord jusqu'à la mer Glaciale, entre l'Oural et le Novgorod. On doit croire, de plus, que cette mer n'était pas interrompue et qu'elle se prolongeait jusqu'au Spitzberg, au 80° de latitude nord. Elle existait encore en Tasmanie, c'est-à-dire du 43° de latitude sud au 80° de latitude nord, ou sur 123 d'étendue.

§ 1788. Les continents nous paraissent avoir été les mêmes en France (voyez les parties blanches des continents et les parties marquées 1, 2 et 3 dans notre carte, *fig.* 408). Le vaste plateau central formait une grande île qui s'étendait au loin vers le sud, probablement jusqu'au delà des Pyrénées. Les plantes terrestres de Lodève viendraient au moins corroborer cette opinion. L'autre partie continentale se compose du massif breton. Les parties occidentales de l'Angleterre, du Devonshire et du pays de Galles sont probablement restées les mêmes ; mais la surélévation du système du nord de l'Angleterre a formé, au nord, un vaste îlot, dirigé N. 5° O. et S., 5° E., à la place des mers carbonifériennes, ce qui a forcé les mers permiennes à l'entourer à l'est et à l'ouest. La surélévation de la chaine de l'Oural est venue aussi former cette série de montagnes si remarquables. Dans l'Amérique méridionale, les continents se sont aussi considérablement accrus à l'ouest des parties déjà immergées ; et le système chiquitien, de quelques centaines de lieues d'extension, est venu s'étendre du Brésil jusqu'au pied oriental des Andes, composé de parties continentales. L'Amérique méridionale, alors, a la forme d'un vaste triangle dont le grand diamètre est du nord au sud, occupant une étendue de 85° en latitude (voyez la carte que nous en avons donnée dans la géologie de l'Amérique méridionale).

D'un côté, les parties continentales seraient restées les mêmes en

France ; mais en Angleterre et en Russie elles se seraient élargies considérablement vers l'est, de toutes les parties de l'étage carboniférien non recouvertes par les mers de l'étage permien. Les points littoraux de la Thuringe et de la Saxe (§ 1776) nous prouveraient qu'il existait sur ces points des parties continentales déjà immergées. Il paraît aussi qu'à la fin de l'époque carboniférienne le continent belge-vosgien s'étendait depuis les départements du Pas-de-Calais et du Nord, en France, traversant toute la Belgique, probablement jusque bien au delà du Rhin, en enveloppant tous les dépôts paléozoïques que nous avons cités dans ces pays. On voit qu'en Europe les continents se sont accrus sur beaucoup de points.

Les mers permiennes, soumises à toutes les causes physiques qui existent aujourd'hui, offraient des animaux voisins, comme ensemble de caractères, des autres étages paléozoïques précédents. Ils offrent, par exemple, les mêmes genres que ceux de l'étage carboniférien, mais en-

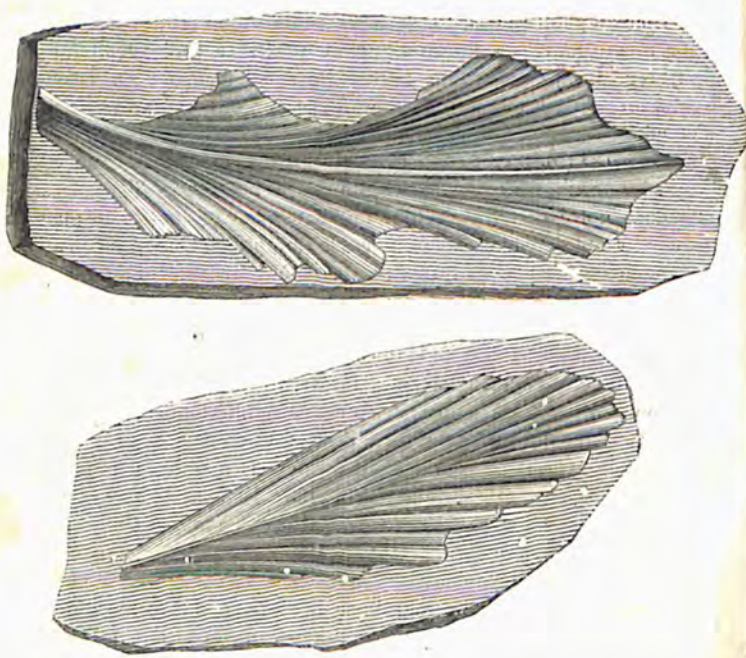


Fig. 392. Nœggerathia expansa.

core des genres et surtout des espèces bien distinctes. Cette faune se

composait de 2 genres de Reptiles, sans doute riverains et marins, de 5 genres nouveaux de Poissons placoïdes et ganoïdes seulement, de Crustacés, de Mollusques de toutes les classes, parmi lesquels 3 genres nouveaux. Les Huitres (*Ostrea*), par exemple, commencent à se montrer avec quelques Zoophytes inaperçus jusqu'alors. On connait encore de ces mers les plantes marines suivantes de Thuringe, citées par M. Brongniart.

ALGUES.

Caulerpites selaginoides, Sternb.
Caulerpites pectinatus, Sternb.
Caulerpites sphæricus, Sternb.
Zonarites digitatus, Sternb.
Chondrites virgatus, Münster

§ 1789. Les continents, qui devaient être peuplés d'animaux aussi variés que ceux de l'étage carboniférien, ne nous ont laissé d'autres traits d'animation que des plantes. M. Brongniart les regarde comme intermédiaires entre les formes carbonifériennes et les formes végétales des terrains triasiques, ou même comme le complément de la première flore, observation tout à fait en rapport avec ce que nous avons dit de la zoologie marine (§ 1714). M. Brongniart pense qu'on pourrait peut-être identifier quelques *Sphenopteris* et *Pecopteris*, de Mansfeld (Thuringe) et de Lodève, ce qui établirait encore des rapports plus intimes que l'ensemble des genres entre l'âge de ces deux localités. Voici, du reste, cette flore terrestre, d'après le savant botaniste français, et la figure de l'une des espèces (*fig.* 292).

FOUGÈRES.

Tæniopteris Eckardii, Germ. Thuringe.
Sphenopteris dichotoma, Alth. Thuringe.
S. Althausii, Brong. (*Caulerp. patens* et *Dichotoma*, Alth.) Thuringe.
S. Gœpperti, Geinitz. Thuringe.
S. bipinnata, Geinitz (*Caulerpites*, Munster). Thuringe.
S. erosa, Morris. Russie.
S. lobata, Morris. Russie.
S. incerta, Brong. Russie.
S. artenisifolia, Brong. Lodève.
S. tridactylites, Brong. Lodève.
S. platyrachis, Brong. Lodève.
Pecopteris crenulata, Brong (*Caulerp. crenulatus*, Alth.) Thuringe.
P. Martinsii, Brong (*Alethop. Martinsii*, Germ.) Thuringe.
P. Schwedesiana, Dunk. Frankenberg, Thuringe.
P. hemitelioides, Brong. Lodève.
P. oreopteridius, Brong. Lodève.
P. plumosa, Brong. Lodève.
P. abbreviata, Brong. Lodève.
P. dentata, Brong. Lodève.
P. Lodevensis, Brong. Lodève.
Odontopteris Permiensis, Brong. Russie.
O. Strogonovii, Morris. Russie.
O. Fischeri, Brong. Russie.
Nevropteris salicifolia, Fisch. Russ.
N. tenuifolia, Brong. Russie.

N. flexuosa, Brong. Russie.
N. Macrophylla, Brong. Russie.
N. Dufresnoyi, Brong. Lodève.
Alethopteris Graudini, Brong. ? Russie.
A. Christolii, Brong. Lodève
Callipteris Gœpperti, Brong. Russie.
C. Wangenheimii, Brong. Russie.
C. heteromorpha, Brong. Lodève.
C. Carronii, Brong. Lodève.

ÉQUISÉTACÉES.

Calamites gigas, Brong. Russie.
C. Suckowii, Var. major, Brong. Russie.

LYCOPODIACÉES.

Lepidodendron elongatum, Brong Russie.
L., espèce douteuse. Russie

ASTÉROPHYLLITÉES.

Annularia floribunda, Sternb. Lodève.

NŒGÉGRATHIÉES.

Nœggerathia cuneifolia, Brong. Russie.
N. expansa, Brong. Russie

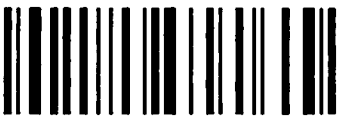
CONIFÈRES.

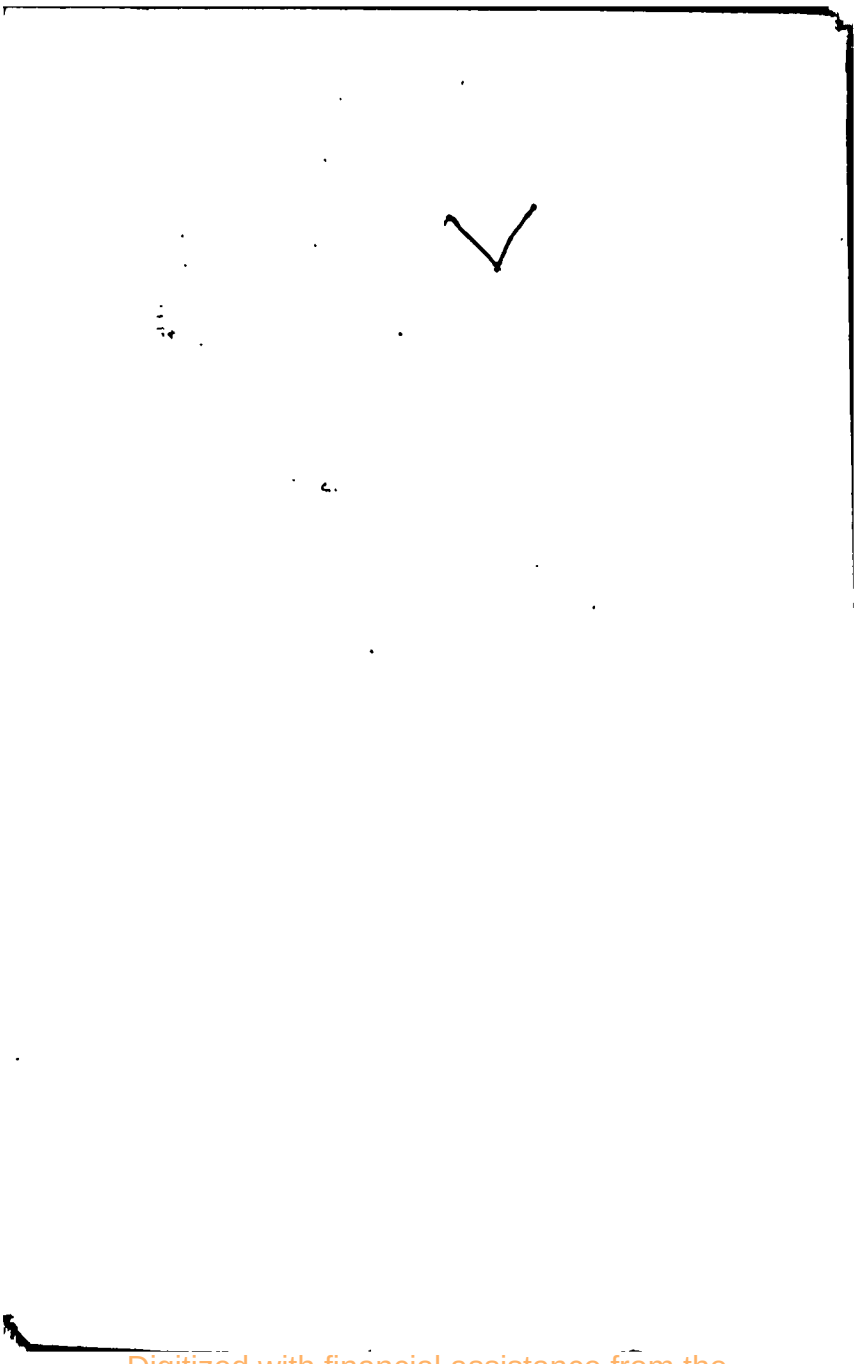
Cryptomerites Ulmanni (*Cupressus Ulmanni*, Brong.). Frankenberg, Thuringe.
Walchia (indéterminable spécifiquement). Thuringe.
W. Schlotheimii, Brong. Lodève
W. piniformis, Sternb. Lodève.
W. Sternbergii. Brong. Lodève.
W. cutassæformis, Brong. Lodève.
W. hypnoides, Brong Lodève.

§ 1790. La faune marine identique qu'on trouve des deux côtés du monde et jusqu'au 80e degré de latitude (§ 1769) nous donne la certitude, comme pour les étages précédents, que la chaleur centrale de la terre neutralisait totalement, durant l'étage permien, l'influence des lignes isothermes.

Les oscillations du sol existaient probablement pendant l'étage permien, qui, du reste, paraît aussi avoir été soumis à toutes les causes physiques que nous voyons présider aujourd'hui aux phénomènes de la nature.

§ 1791. Cette époque se serait terminée, comme toutes les autres, par une perturbation géologique dont nous trouvons encore des traces dans la discordance de stratification (§ 1771), dans la surélévation de cette surface immense de l'étage permien en Russie, peut-être dans la dislocation du *système des Pays-Bas* et du sud du pays de Galles, dont la direction est à l'O 5° S., à l'E. 5° N., ou du *système du Rhin* dirigé du sud 21° O., au N. 21° E., observés par M. Élie de Beaumont. Ces perturbations seraient en rapport avec les limites supérieures de la faune et de la flore de l'étage permien; et l'on trouverait encore, d'un côté, les causes et, de l'autre, les effets, dans les grands traits de l'histoire du monde animé.


00034237



Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 20 February, 2016